



UNIVERSIDAD DE PINAR DEL RÍO
“Hermanos Saíz Montes de Oca”
FACULTAD DE FORESTAL Y AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO FORESTAL

Tesis en opción al Título Académico de Máster en
Ciencias Forestales
Mención: Manejo de Bosques

**Estructura y composición del bosque Miombo del
sector norte de Canjombe, Kuanza-Sul**

Autor: Lic. Eugênio Francisco João

Tutores: Dr. C Yudel García Quintana, Prof. Titular

Dra. C Iris de la C. Castillo Martínez, Prof. Titular

Pinar del Río, 2015

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios Omnipotente que me conduce la vida en todos los momentos, sean malos o buenos. A mi esposa María Eugenia, que supo entender las prolongadas ausencias de tan amplia distancia en hemisferios diferentes, su comprensión fue determinante para el éxito de este trabajo, a mis hijos por el entusiasmo, a mi familia alargada, hermanos, hermanas, tíos, primos y sobrinos por la ayuda prestada y palabras de estímulo para continuar y seguir adelante.

También agradezco a todos los compañeros de la maestría que no median esfuerzo en ayudar en lo que necesitaba, vuestras generosidades los hacen un gran grupo admirable con un gran sentido de profesionalismo.

Especial agradecimiento a mis tutores Dr. C Yudel García Quintana y Dra. C Iris de la C. Castillo Martínez, profesionales incansables, que no midieran las horas, las noches ni su tiempo de descanso y con un amplio conocimiento y experiencia supieron transmitir toda su sabiduría para el desarrollo y éxito del trabajo. Al Dr. C Yasiel Arteaga, por su apoyo en los datos estadísticos, y a todos los profesores de la maestría este es su producto final, por eso cuento con ustedes para mi desempeño en el campo profesional.

Para el Ing. Tomas Pedro Caetano, por la comprensión y la autorización de los estudios, al Ing. Massimiliano Sanfilippo y los colegas de profesión Bach. Carlos A. Africano, Fernando Coragem, Issac Augusto y Bernardo Morais por todo su apoyo en el proceso de encuestas y colectas de datos.

Al finalizar quería muy sinceramente pedir a todos aquellos que por algún motivo no he mencionado y compartimos nuestros sacrificios y nuestras victorias un agradecido especial y para aquellos que por si acaso he causado alguna molestia aprovecho la ocasión para pedirles que me perdonen por no ser un hombre perfecto.

DEDICATORIA

A mi esposa por la madurez demostrada a lo largo del tiempo

A mis hijos que Dios les abra el camino al conocimiento

A mis padres que la tierra sea tierna y descansen en paz, ánimo estoy cumpliendo la promesa.

A toda mi familia y amigos

RESUMEN

Se evaluó la estructura y composición del bosque Miombo perteneciente a la zona ecológica húmeda del sector norte de Canjombe, Kuanza-Sul. Se seleccionaron 62 parcelas circulares de área fija con un tamaño de 0,1 ha mediante muestreo aleatorio. Se hizo un inventario florístico a todas las especies con $d_{1.30} \geq 5$ cm y se determinaron los parámetros asociados a la estructura vertical y horizontal, índices de diversidad florística a escala alfa y beta y se aplicó un cuestionario sobre el uso de las especies de mayor importancia económica, categorías de uso y valor de uso de las especies forestales. Los resultados indicaron que el bosque Miombo se caracterizó por predominio de los géneros *Brachystegia* y *Albizia*, presentó mayor predominio de especies en el estrato intermedio por lo que se considera un bosque de porte bajo, se evidenció alteraciones en los parámetros estructurales como consecuencia de las prácticas de extracción de los recursos forestales por los pobladores. Las especies de mayor importancia ecológica en el área resultaron ser *Julbernardia paniculata*, *Brachystegia bohemii*, *Anysohyllaea bohemii*, *Isobertinia angolensis* y *Pseudolachnostylis maprouneifolia* indicadoras de la estructura del bosque. La diversidad florística resultó baja siendo un reflejo del alto grado de intervención por las comunidades con un comportamiento similar en las comunidades de estudio (Banza Canjombe, Canguenda y Quianga), aunque la primera resultó más antropizada. Los pobladores utilizan un potencial de especies de interés económico y usos tradicionales tanto para la venta como subsistencia. Las de mayor valor de uso fueron *Diplorhynchus condylocarpon*, *Erythrina abyssinica*, *Piliostigma thonningii* y *Bobgunnia madagascariensis*, lo cual podría provocar alteración drástica en la estructura del bosque.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
1.1 Características generales del bosque de Miombo Angolano	4
1.1.1 Conceptualización sobre bosque Miombo	4
1.1.2 Características edafoclimáticas	5
1.1.3 Distribución del bosque Miombo y características generales de las principales especies	6
1.2 Aspectos sobre estructura y composición del bosque Miombo	9
1.3 La biodiversidad y amenazas del bosque Miombo	13
1.3.1 Generalidades de la biodiversidad	13
1.3.2 Métodos para medir la biodiversidad	14
1.3.3 Amenazas del bosque Miombo	16
1.4 Aspectos socioeconómicos y productivos de las comunidades en el contexto angolano	17
CAPITULO II. MATERIALES Y MÉTODOS	21
2.1 Ubicación geográfica del área de estudio	21
2.2 Caracterización edafoclimática del área de estudio	21
2.2.1 Suelo	21
2.2.2 Clima	21
2.3 Fase de inventario	22
2.3.1 Distribución y selección de las unidades muestrales	22
2.3.2 Inventario florístico	23
2.3.3 Estructura vertical	23
2.3.4 Estructura horizontal	24
2.3.5 Estimación de la diversidad florística	24

2.4	Grado de perturbación del bosque	25
2.5	Ordenación de la vegetación	26
2.6	Encuestas	26
CAPITULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		28
3.1	Análisis edafoclimático	28
3.2	Validación del esfuerzo de muestreo	31
3.3	Estructura del bosque Miombo	32
3.3.1	Estructura vertical	32
3.3.2	Estructura horizontal	35
3.3.3	Diversidad florística	38
3.4	Grado de perturbación	42
3.5	Ordenación de la vegetación	43
3.6	Percepción de los pobladores en relación a las especies de mayor importancia económica y valor de uso de las especies forestales	45
CONCLUSIONES		50
RECOMENDACIONES		51
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

INTRODUCCIÓN

Angola se encuentra al sur del continente africano, posee un área territorial de 1.246 600 km² y una población de 24.300.000 millones de habitantes (Instituto Nacional de Estadística, 2015). Posee un área cubierta de bosque de 550.600 km² aproximadamente, definiéndose tres grandes zonas ecológicas: bosque húmedo siempre verde; bosque tropical húmedo semidecíduos de montaña y zona tropical seca. La extraordinaria biodiversidad vegetal de Angola es un patrimonio aún desconocido y poco estudiado en su totalidad. Se estima que la flora indígena de Angola sea constituida por 6 735 especies diferentes, incluidas 997 especies endémicas. Seis diferentes biomas (Espinoza *et al.*, 2011).

La provincia de Kuanza- Sul, está situada en el centro noroeste de Angola y tiene una extensión territorial de 58.557 km², lo que representa 7,4% del total estimado en Angola, de hecho 10 % del territorio está identificado como área disponible para el desarrollo agrícola considerada dentro de las siete prioritarias para el desarrollo agrario y forestal en Angola (Gobierno provincial de Kuanza- Sul, 2013), presenta 11 tipos de formaciones vegetales, con una superficie total de 46.754 km², de ellas 15.880 km² corresponden a bosques caducifolio húmedo tropical (Miombo), según Ministerio de la Agricultura (1992). El Miombo o (mata de panda) es una tipología de vegetación donde predominan árboles que pertenecen a los géneros *Brachystegia*, *Isoberliniae* y *Julbernardia*, predominando en toda el África central, oriental y meridional, según Guerrero (2012).

El bosque de Miombo ocupa el 47 % de la superficie total de Angola, la biodiversidad florística y faunística de este tipo de bosque Africano tiene algunas peculiaridades típicas en Angola, son bosques poco conocidos estructuralmente pero fuertemente antropizados, de gran importancia económica para la población rural Angolana porque suministran productos forestales maderables y no maderables (Sanfilippo, 2013). Sin embargo en los últimos tiempos el bosque ha sufrido degradación ocasionado por la tala para la producción de carbón, para la agricultura y las prácticas de tumba y quema. La presión sobre el ecosistema del bosque Miombo es atribuible principalmente a la falta de alternativas de generación de fuentes de empleo.

La localidad de Canjombe no se encuentra exenta de estos problemas y se ha caracterizado por un flujo de migración proveniente de varias áreas de las provincias vecinas como Bie y Huambo. Esta localidad fruto de las malas condiciones sociales cuenta solamente con el bosque como recurso inmediato, medio económico y de seguridad alimentaria para la subsistencia, dedicándose a la producción de carbón, leña, recolección de frutos, hojas, aceites, miel, raíces, corteza, gusanos, ratones y otros representantes de estas áreas. Estimulando así la presión y sobreutilización de los recursos forestales, sobre todo los más utilizados para la medicina tradicional y los que por su naturaleza son comestibles. Estos elementos provocan alteraciones en los patrones de composición y estructura del bosque Miombo.

Problema científico

¿Cómo se altera la estructura y composición del bosque Miombo del sector norte de Canjombe.?

Objeto de estudio

Estructura del bosque Miombo del sector norte de Canjombe.

Objetivo general

Evaluar la estructura y composición del bosque Miombo del sector norte de Canjombe, Kuanza-Sul.

Objetivos específicos

- Caracterizar los parámetros estructurales que definen al bosque Miombo.
- Evaluar la diversidad florística y el grado de intervención en las comunidades aledañas al bosque.
- Determinar las especies de mayor interés económico, usos tradicionales y valor de uso por las comunidades.

Hipótesis

La estructura y la composición del bosque Miombo se altera como consecuencia de las prácticas de uso de las principales especies de interés económico por las comunidades del sector norte de Canjombe, Kuanza Sul

Para el desarrollo de esta tesis el trabajo se estructuró en tres capítulos:

Capítulo I. Revisión bibliográfica

Capítulo II. Materiales y métodos

Capítulo III. Resultados y discusión

Capítulo I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Características generales del bosque de Miombo Angolano

1.1.1 Conceptualización sobre bosque Miombo

En general, se acepta por bosque tropical independientemente de su densidad toda la formación forestal en las regiones intertropicales, y por supuesto las ecuatoriales, donde la oscilación térmica estacional, o sea, el rango entre las temperaturas medias mensuales del mes más frío y el mes más cálido, no sobrepasa a la oscilación diaria y además la isoterma anual más baja debe estar alrededor de los 20 °C. Con relación a las precipitaciones, las diferencias pueden ser muy grandes, pues las lluvias pueden ocurrir oscilación casi todo el año cerca del ecuador y en algunas zonas tropicales muy favorecidas por la circulación atmosférica, mientras que en latitudes entre 10 y 23,5 pueden ocurrir uno o dos periodos de seca en el año (Álvarez, 2006).

Miombo es la palabra suajili para designar a *Brachystegia*, un género de árboles que abarca una gran cantidad de especies. El arbolado de Miombo se caracteriza por la presencia predominante de estas especies que crecen en las áreas semiáridas de las sabanas tropicales rocosas. Una característica de los árboles es que sus hojas cambian por un período corto a los colores dorados y rojos, que enmascaran la clorofila subyacente, de manera coincidente como ocurre en el periodo otoñal del hemisferio norte y vuelven al color verde, cuando la estación de lluvias comienza. Miombo es una palabra bantú que también se utiliza en varios de los idiomas de la región, como por ejemplo el shona y el bamba (CIFOR, 1996).

Se llama Miombo al tipo de sabana con bosques que se encuentra en el cono sur africano. Este término se utiliza para designar al género de árboles *Brachystegia*. Se distingue de otras sabanas africanas, bosques y formaciones forestales por el predominio de especies de árboles de la familia Fabaceae , subfamilia Caesalpinioideae, particularmente de los géneros *Brachystegia*, *Julbernardia* e *Isoberlinia*. Estos géneros rara vez se encuentran fuera del Miombo. Aunque en dicha composición, Caesalpinioideae es característica, su contribución en números y biomasa varía ampliamente dentro y entre comunidades (Guerrero, 2012).

1.1.2 Características edafoclimáticas

Los bosques Miombo se encuentran en suelos pobres, de bajo contenido de materia orgánica. Otra característica muy especial de este bosque es la capacidad de restablecer relaciones simbióticas mutualistas con hongos basidiomicetos (micorrizas). Estos hongos contribuyen a mejorar la capacidad de las plantas para extraer nutrientes del suelo, siendo las micorrizas determinantes en estos bosques para garantizar la supervivencia del Miombo en suelos pobres. Además, muchas de estas especies de hongos son comestibles (Castanheira, 1998).

Castanheira y Barros (1966) citado por Pacheco (2012), refiere que los suelos predominantes son francamente ferralíticos rojos, de la familia ferralíticos, que acompañan los relieves más suaves y con niveles bajos de reservas minerales. Se encuentran también suelos litosoles en áreas de relieve muy accidentado y suelos hidromorficos en los valles bajos que son los de mayor valor agrarios y bien drenados. El clima del área es influenciada por la altimetría de las fajas de Chela, donde se localiza la "mata de Mutuate", con temperaturas medias anuales de cerca de 20 °C, que también son reducidas para menos de 10 °C, durante la estación seca y superiores a 25 °C, durante la estación lluviosa. En el área se observa una alta zonabilidad, distinguiéndose dos estaciones principales: estación de lluvia (noviembre-abril), con lluvias de baja intensidad y aleatorias, y la estación seca (mayo -octubre) (Urso, 2013).

Es posible subdividir el Miombo en Miombo-húmedo que recibe más de 1000 mm/año de precipitaciones, donde la altura media de los árboles es de más de 15 metros y la riqueza vegetal es mayor y Miombo seco donde las precipitaciones anuales son inferiores los 1000 mm, la altura de los árboles es inferior a 15 m y la riqueza de especies es menor. En Angola el Miombo húmedo es más común en la zona centro-norte del país, en las provincias de Kwuanza-norte, Malanje, Lunda-Norte, Kwuanza-Sul, Huambo, y Benguela. En relación con el Miombo seco es más común en las provincias del Sur (Bie, Moxico, Huila y Kuando-Kubango) (Urso, 2013).

1.1.3 Distribución del bosque Miombo y características generales de las principales especies

El ecosistema de Miombo constituye la vegetación más extensa de África tiene una extensión de 3,8 millones de km² abarcando 11 países: África del sur, Angola, Botsuana, Burundi, Malawi, Mozambique, Namibia, República Democrática del Congo, Tanzania, Zambia y Zimbabue. En Angola el bosque de Miombo resulta uno de los ecosistemas de mayor importancia por su distribución, biodiversidad florística y faunística. Es una formación vegetal muy explotada por la población rural la cual depende de este para satisfacción de sus necesidades básicas: alimentación, salud, recursos energéticos y habitacionales (materiales de construcción rústico) (Guerrero, 2012).

Los cuatro bioregiones del Miombo son (Bockeus et al., 2006):

- Bosques de miombo de Angola.
- Bosques de miombo del centro de Zambezia.
- Bosques Miombo orientales.
- Los bosques del sur de Miombo.

Los bosques de Miombo según Bockeus et al., (2006) forman un vasto cinturón central-sur a través de África, que van desde Angola hasta el oeste de Tanzania, en el este. Estos bosques están dominados por árboles subfamilia Caesalpinioideae, particularmente miombo, *Julbernardia*, y *Isoberliniae*, que rara vez se encuentran fuera de los bosques de Miombo.

Entre las especies vegetales de mayor interés económico del bosque Miombo se encuentran aquellas con fines medicinales, maderables, comestibles, especies melíferas, para la producción de carbón y producción de colmenas.

Según Lemmens (2007) la especie *Albizia antunesiana* HARMS (Fabaceae) es un árbol de porte medio, normalmente entre los 10 y 20 m de altura, pueden existir de más de 25 m en sitios más fértiles. Los individuos adultos tienen una copa en forma de paragua. La corteza de un color oscuro o castaño con superficie lisa o rugosa y reticulada produce una exudación roja cuando se corta. Las hojas son alternas compuestas. El color púrpura de las hojas jóvenes es una característica inconfundible de *Albizia antunesiana*. Otra característica que facilita su identificación es la base de los folíolos que es marcadamente

asimétrica. Se encuentra entre los 800 y 1700 m de altitud en bosques de Miombo y en otras formaciones arbóreas del área. Es más común sobre suelos pocos profundos, rocosos, y en zonas de declive. La diseminación de la semilla es hecha por el viento que transporta las vainas abiertas con las semillas en su interior. Esta es una especie fijadora de nitrógeno atmosférico y es considerada resistente al fuego. Además de encontrarse en Angola también se encuentra en África del Sur, Botsuana, Burundi, Mozambique, Namibia, República Democrática del Congo, Ruanda, Tanzania, y Zimbabue. Dentro de los usos principales de la especie se encuentra: fabricación de muebles, esculturas (es la especie preferida para este uso en Zimbabue) y como leña. Es una buena especie melífera. El valor comercial de esta especie es limitado a pesar de que su madera es de buena calidad, debido a que los individuos de tamaño y forma satisfactoria son muy escasos. Sus raíces son utilizadas en algunas zonas de Angola para producir juguetes. Esta especie contiene sustancias tóxicas y las raíces demostraron ser efectivas en tratamientos antiparasitarios y contra la esquistosomiasis.

La organización mundial de la salud estima que más del 80 % de la población de África depende de la medicina tradicional siendo una práctica ampliamente conocida en Angola, pues la población autóctona de varias regiones del país poseen un vasto conocimiento sobre la flora local, su localización, zonabilidad y su utilidad en medicina tradicional (Eduardo, 2012).

Bingham *et al.*, (2015) reportan la especie *Anisophyllea boehmii* Engl. (Rhizophoraceae). Es un árbol o arbusto de hojas perennes de hasta 15 metros de altura. La copa es densa y de forma cónica. La corteza es de color castaño rojizo o castaño oscuro. Las hojas son alternas simples, de forma ovalada o elíptica de color verde oscuro brillante en el haz y más claro en el envés. Las hojas y las ramas jóvenes son de color carmesí. La inflorescencia es una espiga de entre 3 y 10 cm de longitud, compuesta con pequeñas flores de pétalos blancos. El fruto es comestible de forma elipsoidal. Es una especie típica de Miombo y de las sabanas arbolada entre los 1200 y 1700 metros de altitud. Prefiere los suelos arenosos. Es considerada una especie resistente al fuego. Está presente además en Angola, en Malawi, República Democrática del Congo, Tanzania y Zambia. Los frutos de la *Anisophyllea boehmii* llamados

impropiamente “ameixas” son muy solicitados. Es una de las frutas silvestres más comercializadas en Angola y constituye una importante fuente de alimento para las familias campesinas. En muchas zonas rurales de Angola es muy común ver arboles de esta especie en las proximidades de las viviendas de los campesinos.

Según Mojeremane (2012) la especie *Bobgunnia madagascariensis* (Desv) J.H.Kirbr, y Wiersem (Caesalpinaceae) es un arbusto o pequeño árbol semicaducifolio, ramificados o con un tronco único. Puede alcanzar hasta los 15 metros de altura, pero normalmente son de menor tamaño, entre 3 y 5 metros. La copa es densa y de forma redondeada. La corteza es de color oscuro o negra, con profundas fisuras verticales y se desprende en pequeñas escamas irregulares, mostrando en la parte interior de la corteza un color blanco amarillento. Las hojas son de color verde oscuro en el haz y más claro en el envés, son alternas y compuestas, de forma ovalada o lanceolada. Se encuentra entre los 800 y 1700 metros de altitud normalmente con baja densidad. Prefiere los suelos arenosos. Se encuentra en la mayoría de los países africanos subsaharianos con pocas excepciones como Sudan, Etiopia y el cono sur de África. Su madera es muy pesada (densidades de 960-1100 kg/m³) y es considerada como una de las más valiosas del Miombo angolano, sin embargo son escasos en Angola los individuos de tamaño apto para la explotación. El duramen de color castaño rojizo oscuro o negro púrpura, es muy resistente al fuego, a las termitas y a otros insectos. Debido a sus características acústicas, su madera es utilizada para fabricar instrumentos musicales. Las semillas molidas son usadas como narcótico para los peces. Las hojas y los frutos molidos son eficaz insecticidas y pueden ser utilizados para proteger a los cereales amenazados y en el control de los caracoles vectores de la esquistosomiasis. Las raíces contienen algunas sustancias que se revelaron como efectivas en el tratamiento de la candidiasis. Los frutos representan una buena fuente de proteínas para el ganado. También es una buena especie melífera.

Jiménez (2010), reporta a *Combretum collinum* Fresen. (Combretaceae) como especie característica del Miombo angolano. Es un arbusto o árbol de tamaño pequeño o medio, frecuentemente ramificado. La corteza de color castaño azulado, se desprenden en pequeñas placas. Las hojas (10-19 x 4-8 cm) de

forma elíptica u ovalada, son simples, opuestas o alternas, de color verde oscuro en el haz. Los nervios son de color verde y amarillo en el envés de las hojas. La inflorescencia es una espiga constituida por pequeñas flores de color crema o amarillas. El fruto de color vino o castaño cuando está seco es una capsula caracterizada por tener cuatro alas cruzadas. Esta es una especie de las zonas más secas del Miombo y de las áreas de contacto entre el Miombo y el mopane. Es considerada una especie resistente al fuego. Esta especie está presente en Angola, Burkina Faso, Costa de Marfil, Togo, Uganda, Zambia, Zimbabue, África del Sur y otros países africanos. Esta especie es apta para leña y para la producción de carbón. Es también una buena productora de néctar para las abejas. La madera es bastante dura pero no es muy durable.

1.2 Aspectos sobre estructura y composición del bosque Miombo

La comunidad vegetal puede ser definida como la colección de especies vegetales que crecen juntas en una localidad particular, que muestra una asociación o afinidad definida entre ellas (Kent y Coker, 1992).

El estudio de la composición, estructura y dinámica de un bosque representa un paso inicial para su conocimiento, pues asociado a este puede ser construida una base teórica que sustente la conservación de los recursos genéticos, áreas similares y la recuperación de estas, siendo el punto de partida para la adecuación de criterios y métodos de conservación y recuperación (Araujo *et al.*, 2009).

Se entiende por estructura a cualquier situación estable o evolutiva no anárquica, de una población o comunidad vegetal en la cual, aunque mínima, puede detectarse algún tipo de organización representable por un modelo matemático, una ley estadística de distribución o un parámetro característico. Se pueden considerar diferentes tipos de estructura: horizontal (distribución espacial de los árboles sobre el área de un rodal), vertical (altura total de los árboles), interna (coeficiente de mezcla), por clases diamétricas y de edad, de riqueza florística, entre otros (Kint *et al.*, 2000; Corredor, 2001). En general, la estructura diamétrica en especies arbóreas se refiere a un arreglo en clases diamétricas de los árboles. El análisis de la estructura diamétrica revela información importante sobre la estabilidad y permanencia de una especie y de

una comunidad estudiada, además de servir de herramienta para la toma de decisiones de aprovechamiento y manejo forestal (Corredor, 2001).

La estructura de una comunidad vegetal, hace referencia a la estructura física y biológica; los cambios temporales en las comunidades y las relaciones entre las especies de una comunidad dependen de la estructura física (Kent y Coker, 1992).

La estructura del bosque incluye la composición de la masa arbórea, su distribución en los espacios aéreos y edáficos, la composición de las edades, las alturas y diámetros de las copas, de los pisos o capas del arbolado y la composición porcentual de estos (Álvarez y Varona, 2006).

La estructura de la vegetación, la diversidad de especies y los procesos de los ecosistemas han sido identificados como componentes esenciales para la persistencia a largo plazo de los sistemas naturales (Ruíz y Aide, 2005). El conocimiento de la estructura de la vegetación proporciona información sobre aquellas especies más susceptibles a las perturbaciones en una región determinada (Ramírez *et al.*, 2001) y ayuda a predecir patrones sucesionales (Jones *et al.*, 2004).

El número de especies llamado riquezas de especies, el tipo de especie presente, su abundancia relativa, las características físicas de la vegetación y las relaciones tróficas e interacciones entre las poblaciones en la comunidad son atributos de la estructura de la comunidad. Asimismo, el flujo de energía y otras propiedades de la comunidad como la resistencia a la perturbación y productividad son componentes funcionales (Ricklesfs y Miller, 2000).

Hay que reconocer la existencia de una estructura vertical, por la existencia de los estratos del bosque, bien conocidas por las clases de Kraft (Dengler, 1944 citado por Spurr y Barnes, 1982), los cuales ilustran los resultados de la competencia interna que existe en los sitios que presentan la misma edad. Los forestales utilizan la clasificación de las copas como un parámetro para juzgar el vigor o calidad del sitio y para conducir el aprovechamiento forestal y otros tratamientos silviculturales.

Los cambios en la estructura y la composición del bosque según plantean Spurr y Barnes (1982) citado por González y Sotolongo (2007) son el resultado de la constante demanda que tiene cada árbol por más espacio y de la muerte eventual de otros individuos, incluso los más dominantes. El aumento

constante del tamaño de los árboles principales del sitio provoca la competencia por el espacio de crecimiento, que trae como resultado una disminución del espacio para la mayor parte de las especies y, eventualmente, su desaparición. La muerte de los árboles dominantes debido a los rayos, el viento, los insectos, las enfermedades, e incluso el envejecimiento, libera, en el sitio una porción del dosel principal que puede ser ocupada por el crecimiento y desarrollo de las especies que componen el sotobosque.

La competencia entre los árboles de la misma especie no afecta la composición del bosque y por tanto, no tiene efectos sobre la sucesión forestal, sin embargo indican Spurr y Barnes (1982) citado por González y Sotolongo (2007) que la competencia entre los individuos de diferentes especies da como resultado la transformación natural de una composición forestal a otra. El grado reemplazo de las especies se va reduciendo a medida que se produce la sucesión y, en última instancia, se llega a un grupo de especies que tienen papeles ecológicos complementarios que caracterizan la sucesión forestal de las etapas maduras. La competencia toma lugar tanto en los lugares de posibilidad equivalente como en los desiguales y tanto en el dosel principal como en el sotobosque.

De una forma muy resumida se puede plantear de acuerdo a los criterios de Spurr y Barnes (1982) citado por González y Sotolongo (2007) que la competencia va determinando la estructura y la densidad de los sitios forestales.

La estructura del bosque considera leyes que rigen el conjunto de árboles, las especies en particular y la geometría de las poblaciones; la palabra estructura se ha empleado para describir grupos de árboles que siguen ciertas leyes matemáticas como ocurre con la distribución de los diámetros, las alturas y localizaciones espaciales, además, las alturas y los diámetros en un bosque no están distribuidos al azar ya que son el resultado de la competencia, el crecimiento, la regeneración y la mortalidad, entre otros aspectos (UNESCO, 1980).

El índice de valor de importancia (IVI), es uno de los índices más utilizados en la caracterización de ecosistemas forestales tropicales (Lamprecht, 1990; Plonczak, 1993; Kammesheidt, 1994; Dezzeo *et al.*, 2000). Su principal ventaja es que es cuantitativo y preciso, no se presta a interpretaciones subjetivas.

Además, suministra una gran cantidad de información en un tiempo relativamente corto, soporta análisis estadísticos y es exigente en el conocimiento de la flora. El método no solo proporciona un índice de importancia de cada especie, también aporta elementos cuantitativos fundamentales en el análisis ecológico como la densidad y la biomasa (por especie y por parcela), este último, es un carácter básico para interpretar la productividad de un sitio, lo cual depende en gran medida del bioclima y de los recursos edáficos. La desventaja de este procedimiento es que requiere de individuos que a la altura del pecho presenten un diámetro apreciable, por lo tanto, se desechan formas de vida que no poseen un tallo definido. Adicionalmente, el uso del IVI ha estado muy vinculado a ecosistemas bajo producción donde se espera un desarrollo forestal sustentable y demostrable mediante índices cuantitativos.

El análisis del valor de importancia de las especies cobra sentido porque su objetivo es estimar el grado de importancia de las especies a partir de la ponderación de los valores de sus dominancias abundancias y frecuencias, además de aportar conocimientos a la teoría ecológica, contar con parámetros que permitan tomar decisiones o emitir recomendaciones en favor de la conservación de taxa o áreas amenazadas, o monitorear el efecto de las perturbaciones en el ambiente. Medir la abundancia relativa de cada especie permite identificar aquellas especies que por su escasa representatividad en la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales. Además, identificar un cambio en la diversidad, ya sea en el número de especies, en la distribución de la abundancia de las especies o en la dominancia, alerta acerca de procesos empobrecedores (Magurran, 1988).

El bosque de Miombo es una formación arbórea madura, monoplanos de 10 a 20 metros de altura. Muchas de las especies arbóreas son caducifolias, no espinosas, con hojas compuestas, y con una alta capacidad de rebrotar después del corte.

1.3 La biodiversidad y amenazas del bosque Miombo

1.3.1 Generalidades de la biodiversidad

Uno de los problemas ambientales que ha suscitado mayor interés mundial es la pérdida de la biodiversidad como consecuencia de las actividades humanas, ya sea de manera directa (sobreexplotación) o indirecta (alteración de hábitat) (Moreno, 2001). Según la Enciclopedia interactiva (2000), la diversidad biológica o biodiversidad, representa la variedad de recursos biológicos existentes en el planeta, o sea, el conjunto de todos los organismos vivos. Según Febles (2000), la biodiversidad constituye un recurso natural de gran importancia para la vida. Leyva (2001), señala que la pérdida de biodiversidad es uno de los 5 problemas ambientales más fuertes a escala mundial. Por su parte Lobo (2001), agrega que ante esta situación el propósito esencial de las reservas naturales es la protección de la biodiversidad. La diversidad biológica, su conservación e incremento, es uno de los principios básicos de la gestión forestal sostenible. La alta variabilidad genética de las especies forestales es responsable de los procesos de adaptación ante factores bióticos y abióticos extremos que, a su vez, aseguran la persistencia frente a los riesgos a los que están sometidas las masas forestales (Alia *et al.*, 2003).

Los programas de gestión y conservación de los bosques se basan a menudo en las características del ecosistema y de la comunidad, prestándose poca atención a las especies y a la diversidad genética. La variación genética es necesaria para garantizar la evolución de la especie y su adaptación a condiciones ambientales sometidas a un proceso dinámico de cambio. Es necesario también para mantener el potencial de mejora que permita satisfacer las necesidades y las finalidades humanas cambiantes. En consecuencia, la posibilidad de seguir obteniendo bienes y servicios de los árboles forestales depende del mantenimiento y ordenación de los recursos genéticos forestales. Si se desea manipular la calidad y rendimiento de la madera, es fundamental conocer bien la variedad de ésta (Palmerg y Hald, 2000).

Burley (1993), citado por García (2007) plantea que entre las causas que influyen en la pérdida de la diversidad genética se encuentran el uso excesivo de un determinado recurso genético, la fragmentación del hábitat, los cambios climáticos, la contaminación ambiental, la introducción de especies exóticas y el mejoramiento genético.

Palmberg y Hald (2000), demuestran que los bosques son el depósito más importante de diversidad biológica terrestre. Son longevos, mayormente alógamos, altamente heterocigóticos, y aparecen con frecuencia en entornos variables y en muchos casos han desarrollado mecanismos complejos para mantener una diversidad intraespecífica.

Los bosques, en particular los tropicales ocupan un lugar destacado en los esfuerzos encaminados a la conservación de la diversidad biológica. Se ha estimado que la mitad de la biodiversidad del mundo está contenida en los bosques y que probablemente más de las 4/5 partes de muchos grupos de plantas y animales se encuentren en los bosques tropicales (CIFOR/UNESCO, 1999, citado por Toledo (2004).

Las actividades humanas tienden a destruir la estabilidad de los ecosistemas y con ésta viene acompañada una desaparición de las especies que allí se encuentran. Así el ecosistema se vuelve menos complejo, provocando menor estabilidad y mayor posibilidad de perder especies (Pimm, 1994; Woodward, 1994, citado por Toledo, 2004).

Según Leal (2000), el mantenimiento de la diversidad implica la conservación de la composición, estructura y función de paisajes, ecosistemas, comunidades, poblaciones, y especies, y de la información genética a diversas escalas de tiempo y espacio. La diversidad biológica es el fruto de millones de años de evolución, moldeada por los procesos naturales y cada vez más por la influencia del ser humano (Colectivo de autores, 2003).

1.3.2 Métodos para medir la biodiversidad

Para el estudio de las comunidades es importante reconocer qué elementos o entidades la componen, así como entender qué patrones de distribución son consecuencia de la actuación prioritaria de factores ecológicos y que se detectan a una escala espacial local o regional (Estrella *et al.*, 2005; Molles, 2006; Villarreal *et al.*, 2006). Para esto se hace imperioso obtener la mayor información posible a corto y mediano plazo, y de esta manera, tomar decisiones que permitan el desarrollo de estrategias multidisciplinarias para la conservación de la diversidad biológica.

La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad determinada y que se considera homogénea, por lo tanto es a un nivel "local". Una comunidad

es dependiente de los objetivos y escala de trabajo. Existen varios índices para medir la diversidad alfa, cada uno ligado al tipo de información que se desea analizar, es decir, que algunas de las variables respuesta tienen maneras diferentes de analizarse. Si las dos variables respuesta que se están analizando son número de especies (riqueza específica) y datos estructurales (por ejemplo abundancia), cada uno de ellos se podrá analizar diferencialmente para obtener más información complementaria (Koleff y Gaston, 2002; Del Río *et al.*, 2003).

Según Moreno (2001) dentro de los métodos utilizados para medir la diversidad alfa se encuentran: los basados en la cuantificación del número de especies (riqueza específica) y de estratos de la comunidad, es decir, la distribución proporcional del valor de importancia de cada especie.

La diversidad beta es clave para entender qué gradientes ambientales controlan la diversidad en las comunidades ecológicas (Moreno 2001) y desde el punto de vista de la conservación es tan importante como la diversidad alfa porque explica cómo se puede influenciar la diversidad a gran escala (Condit *et al.*, 2002).

Según Koleff (2005), la diversidad beta captura un aspecto fundamental de la diversidad de especies: el reemplazo espacial de la identidad de las especies entre dos o más áreas. Sin embargo, se han relacionado varios conceptos, tales como el reemplazo espacial a través de gradientes, diferenciación entre muestras, distancia ecológica, grado de sobreposición de la distribución de las especies y complementariedad en la composición.

Las comunidades vegetales pueden ser clasificadas de acuerdo a sus similitudes y diferencias, tomando como base la presencia/ausencia de las especies o las cantidades en que ellas se encuentren (abundancia, biomasa). De esta manera se ha desarrollado toda una escuela conocida como sin taxonomía numérica, que se deriva de la orientación fitosociológica clásica donde las comunidades son entidades discretas (Mucina y Van der Maarel, 1989). Estos procedimientos dan como resultado agrupaciones o conglomerados “cluster” de comunidades que tienen ciertas relaciones entre sí. La distribución de los árboles en el espacio tiene gran influencia sobre la densidad y estructura de los bosques y está condicionada por las relaciones entre individuos y la estrategia de regeneración de las diferentes especies

(Moeur, 1997 y Corredor, 2001). Dentro de un bosque, los árboles de una determinada especie pueden distribuirse aleatoriamente, uniformemente o en agregados (Corredor, 2001; Neumann y Starlinger, 2001 y Smith y Smith, 2006). Cuando la posición de cada individuo es independiente del otro se dice que es aleatoria y se representan matemáticamente mediante distribuciones de Poisson, en otros casos se distribuyen uniformemente y aparecen más o menos equidistantes entre sí. En los bosques se observan estos patrones cuando existe una gran competencia, así las interacciones competitivas conducen a que la distribución vaya desde el agrupamiento hacia la regularidad. El tipo más común de distribución es la agregada en grupos separados, que resulta de la respuesta de los árboles a las diferencias en el hábitat, cambios climáticos diarios o estacionales y patrones reproductivos, este tipo de distribución se denomina contagiosa o bien con agregados o clusters (Clark y Evans, 1954; Mouer, 1997; Condes y Martínez, 1998; Kint *et al.*, 2000; Corredor, 2001 y Smith y Smith, 2006).

1.3.3 Amenazas del bosque Miombo

Sanfilippo (2013) refiere que las causas principales de la degradación del bosque Miombo son: la tala para la producción de carbón y para la agricultura y los incendios forestales.

Por su parte Urso (2013) plantea que el fuego fue utilizado durante muchos años por el hombre como instrumento de manejo del bosque. Este aspecto generó una percepción equivocada de que las especies que componen el bosque Miombo son extraordinariamente resistentes a los incendios forestales, sin embargo las evidencias científicas muestran una realidad diferente. No obstante que algunas especies sean resistentes a los incendios, un uso excesivo del fuego genera una rápida degradación y pérdida de la diversidad. Los incendios tardíos, aquellos que tienen lugar en el fin de la estación seca, son más perjudiciales para la vegetación porque aumentan considerablemente la mortalidad de los árboles de algunas especies y atrasan mucho el crecimiento de los individuos que sobreviven. Los incendios espontáneos, normalmente causados por rayos, revisten un importante papel en el ecosistema del Miombo. Por ejemplo algunas especies de aves utilizan las áreas quemadas para nidificar. Por tanto la problemática está ligada al

aumento de la frecuencia de las quemadas que el hombre provoca en el eco-región del bosque y con la época de las quemadas.

También refiere que la producción de carbón representa al mismo tiempo una de las principales fuentes de ingresos para las familias campesinas, más también unas de las mayores amenazas a la conservación del bosque. Casi la totalidad del carbón es producido en hornos tradicionales, de baja eficiencia y es comercializado en las grandes ciudades costeras. La producción de carbón en Angola aunque tiene regulaciones no se adecua ni existen planes de manejo en relación con las especies utilizadas y por tanto, en la mayoría de los casos, se torna en una actividad no sustentable para el medio ambiente. Por otra parte, la agricultura itinerante fue históricamente el sistema agrícola más común en la región del bosque Miombo. Este sistema prevé la tala del bosque para abrir áreas para el cultivo de granos y hortalizas. Años después, con la disminución de la fertilidad del suelo, se abandona el área que es nuevamente colonizada por la vegetación espontánea. Este sistema era sustentable en un régimen de agricultura familiar y con bajas densidades poblacionales. Los recientes cambios socio-económicos, principalmente la transición para una agricultura con finalidades comerciales, tornó a la agricultura itinerante a una forma de uso no sustentable de la tierra. El uso de fertilizantes químicos no representa una estrategia eficaz a largo plazo para controlar la pérdida de fertilidad de los suelos.

1. 4 Aspectos socioeconómicos y productivos de las comunidades en el contexto angolano

Existen muchos proyectos que actualmente promueven el uso de los productos forestales no maderables y su comercialización como un medio para mejorar el bienestar de la población rural. El desarrollo de estos para la subsistencia o comercialización debe basarse como ideal en la explotación sostenible de los productos. Para determinar los niveles de aprovechamiento biológicamente sostenibles de un producto, debe contarse con un conjunto mínimo de buena información sobre la especie del recurso: abundancia, distribución y biología reproductiva. Este tipo de información se puede conseguir de diversas fuentes, incluyendo el conocimiento informal recopilado de pobladores locales y también de investigaciones científicas formales. Sin embargo, esto no se ha concebido

de tal manera y ha llevado al desequilibrio y agotamiento de muchos recursos, los cuales pueden ser irreversibles. Esta concepción imperante impone la búsqueda de soluciones a problemas decisivos en materia de sostenibilidad para lo cual presupone de un consumo responsable de los diferentes productos forestales no maderables (FAO, 2002).

La presión sobre el ecosistema del bosque Miombo es atribuible principalmente a la falta de alternativas de generación de fuentes de empleo. El bosque Miombo se caracteriza por sus múltiples funciones sociales, económicas y productivas. La miel, es uno de los productos forestales no maderables de singular importancia, es conocida también como oro líquido y representa una de las grandes potencialidades para la valorización del ecosistema del bosque Miombo. La mayoría de las especies arbóreas que componen el Miombo son melíferas. Además de la producción y comercialización de la miel, los otros productos obtenidos de la actividad agrícola (cera, polen, propóleos, jalea real, apitoxina) pueden representar una fuente complementaria de ganancias para las familias campesinas. Angola fue en el pasado el principal exportador de cera del mundo. En el siglo XVIII la exportación de cera representaba una de las mayores fuentes de ganancias del gobierno colonial en Angola. En los años 50 del siglo pasado el valor de la exportación de cera era todavía de cerca de un millón de libras esterlinas inglesas por año. Además la apicultura contribuye para aumentar la polinización, y en consecuencia, la productividad agrícola (Ministerio de Urbanismo y Ambiente, 2006).

La valoración de los frutos silvestres puede contribuir posteriormente a mejorar las ganancias de la población rural. También existen otros productos forestales no maderables que son comercializados localmente e internacionalmente. La raíz del “*mbundi*” (*Pseudeminia benguellensis*) es utilizada para producir una bebida local que se llama kissangua a base de harina de maíz y agua (Lumbile y Oagile, 2008).

La promoción de la agro-silvicultura principalmente utilizando especies locales puede permitir una transición progresiva en dirección a una agricultura sostenible (Orwa *et al.*, 2009).

Algunas especies tienen madera con buenas características tecnológicas y buenas potencialidades de comercialización. El aprovechamiento sostenible de

los recursos madereros es posible y puede representar una fuente de ingresos importantes en los países del eco-región del Miombo. La excelente capacidad de la mayoría de las especies arbóreas de rebrotar después del corte permite un manejo después de la tala. Esto es fundamental a fin de garantizar un manejo sostenible del Miombo y determinar niveles de cortes admisibles y dirigir planes de manejo participativos que sean aceptados y respetados por los miembros de las comunidades. Las iniciativas de reforestación pueden contribuir a mejorar y viabilizar la sostenibilidad de los ecosistemas forestales del país, disminuyendo la presión sobre formaciones arbóreas espontáneas. Es necesario poder contar con los servicios de los ecosistemas garantizado por especies nativas (preservación de la biodiversidad, protección de las plantas pequeñas, disponibilidad de los productos no madereros) utilizar la menor cantidad posible de especies exóticas preferiblemente utilizar especies nativas para la actividad de la reforestación. La promoción de actividades colaterales como ecoturismo y pago por servicios ecosistémicos representa un camino largo más promisor para amortizar y desarrollar económicamente y social las comunidades rurales y la preservación de los recursos naturales (Sanfilippo, 2013).

Las comunidades rurales e indígenas de Canjombe curan sus enfermedades con plantas medicinales (orina en la sangre, dolor de vejiga, dolor de estómago, dolor de muelas, reumatismo, potencia sexual, tensión, dolor de cabeza, mordidas de cobras), utilizan muchos productos para ahuyentar mosquitos, ahuyentar las culebras, para cobijar sus casas, se alimentan de muchos frutos, hongos y animales silvestres, todas estas prácticas las realizan sin manejo adecuado.

En estos momentos en Angola existe una gran riqueza de productos forestales maderables y no maderables motivado entre otras cosas por la gran diversidad florística que atesoran los bosques y los niveles de consumo de estos productos son elevados, donde se extraen alrededor de 150 a 326.600 m³/año de madera, resultando para muchas comunidades el recurso bosque el único medio para su subsistencia, como consecuencia de los males que ha vivido el país en los más de 30 años de guerra, lo cual ha provocado la desintegración social, económico, cultural y espiritual de las familias. Las comunidades se dedican a la fabricación de carbón vegetal, al consumo de leña recolección de

frutos, hojas, aceites, miel, raíces, corteza, gusanos, ratones y otros representantes de la fauna en estas áreas con el objetivo de garantizar su seguridad alimentaria y comercialización. La actividad de comercialización entre comunidades impulsó la sobreutilización de los productos forestales no maderables principalmente los utilizados para la medicina tradicional y los que por su naturaleza son comestibles debido a factores culturales étnicos de estas poblaciones.

CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Ubicación geográfica del área de estudio

El área de estudio se localizó en el sector norte del bosque Miombo perteneciente a la zona ecológica húmeda de la localidad de Canjombe, ubicado en el municipio Cela, provincia Kuanza Sul, Angola, la cual limita al norte con Cambongue, al sur con Quianga, hacia el este con Bungulo y al oeste con Monga. El área se encontró entre las coordenadas 11° 30' 09" y 11° 31' 23" de latitud sur, 15° 21' 40" y 15° 25' 43" de longitud este. Para ello se utilizó el mapa de cobertura del municipio Cela, mediante interpretación de la base cartográfica del Ministerio de la Agricultura y la Comunidad Europea para los recursos forestales y las potencialidades productivas (Figura 1).

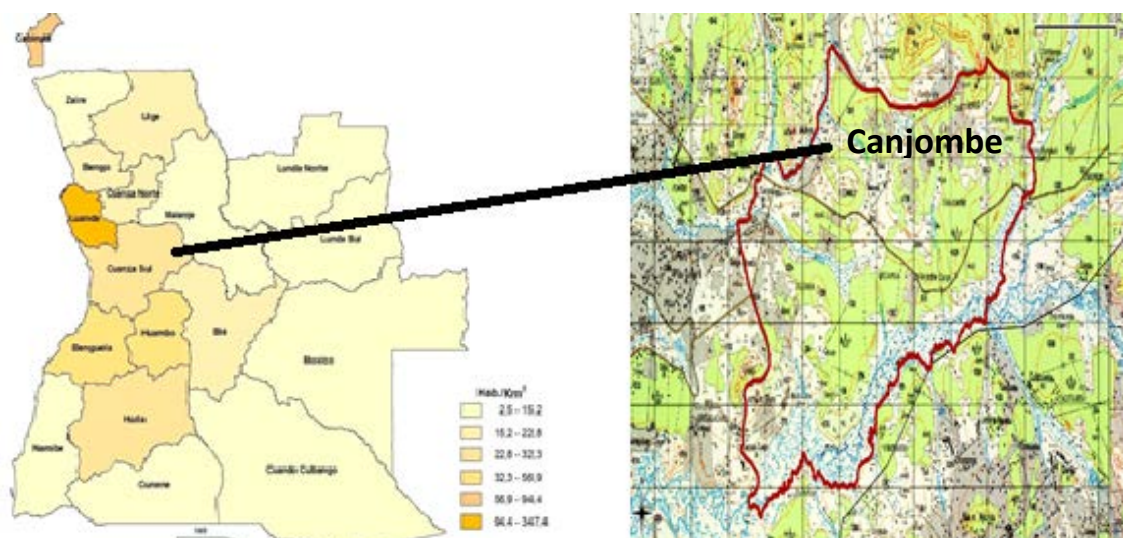


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio.

2.2 Caracterización edafoclimática del área de estudio

2.2.1 Suelo

Se tomaron seis muestras representativas de suelo en el área de estudio que respondieron a cambios en la vegetación y coloración del suelo, a una profundidad de 0-30 cm según Alvarado (2012). Las muestras fueron procesadas desde el punto de vista físico y químico en el Laboratorio de Suelo del Instituto de Investigación Agronómica, Estación Experimental Agrícola de Chianga, provincia de Huambo.

Las propiedades químicas analizadas a través de las normas TAPPI T-15-OS-58:1999 fueron: pH, materia orgánica, CaCO_3 , contenido de potasio, calcio, sodio, nitrógeno total, y conductividad eléctrica.

Dentro de las propiedades físicas se determinó la textura del suelo por el método de tamizado para la serie de tamices ASTM $\sqrt{2}$ (ASTM E-29, 1972).

2.2.2 Clima

Se tomó información de los elementos climáticos temperatura y precipitaciones promedios anuales de la Estación Meteorológica de Waku-Kungo, municipio de Cela durante cinco años que comprenden al período del 2009 al 2014.

2.3 Fase de inventario

2.3.1 Distribución y selección de las unidades muestrales

Se seleccionaron 62 parcelas circulares de área fija con un tamaño de 0,1 ha. La distribución de las parcelas se realizó mediante muestreo aleatorio mediante la metodología de Keels *et al.*, (1997) y su localización con el uso del programa Mapinfo Profesional versión 12.5 a partir de la determinación en el campo con un GPS tipo Garmin Dakota 10 (Figura 2). Las unidades de muestreo se ubicaron en tres comunidades “Canguenda” (C), “Banza Canjombe” (BC) y “Quianga” (Q). Para determinar la suficiencia del esfuerzo de muestreo se construyó la curva área-especie a partir de la relación entre el número de especies y número de parcelas con el programa EstimateSwin 9 (Colwell, 2005).

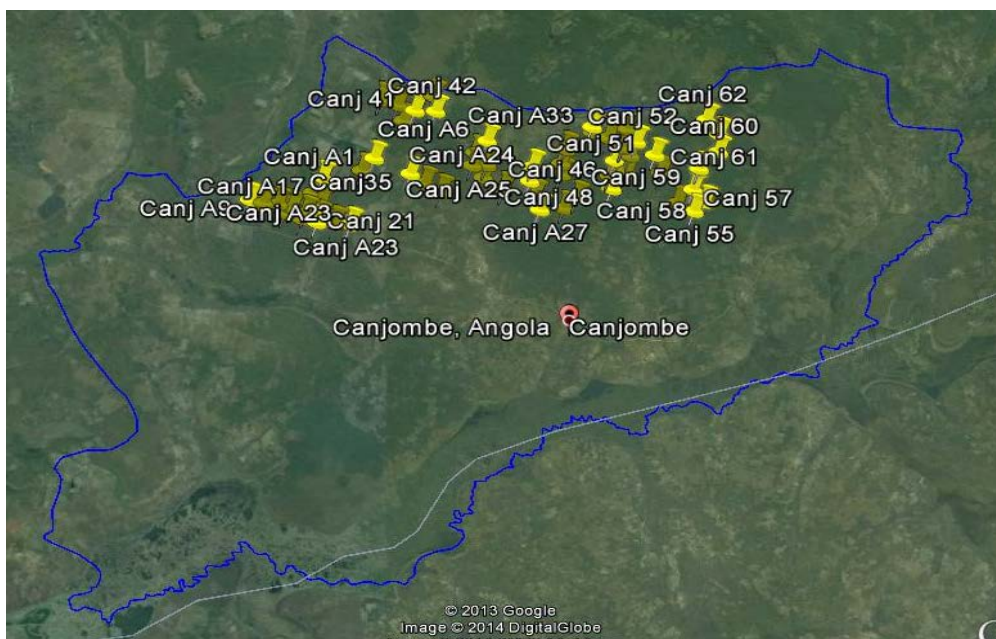


Figura 2. Distribución de las unidades de muestreo.

2.3.2 Inventario florístico

Se realizó un inventario florístico a partir del recuento e identificación de todas las especies presentes en las parcelas de estudio. Se hizo la identificación botánica preliminar en el campo y se confirmó con la literatura apropiada sobre la Flora de Angola (Exell, 1936; Costa y Manuela, 2009; Gossweiler, 1950; Gossweiler, 1953), además de contar con la ayuda de los soba de las comunidades. En Anexo 1 se presentan imágenes del inventario.

2.3.3 Estructura vertical

Para determinar la estructura vertical del bosque se tuvo en consideración las clases de altura mediante el método propuesto por Lamprecht (1990) y Godínez y López (2002) el que declara tres clases de altura:

Estrato inferior

$h \leq 10 \text{ m}$

Estrato intermedio

$h \text{ } 10,1 \text{ m} - 20 \text{ m}$

Estrato superior

$h > 20,1 \text{ m}$

2.3.4 Estructura horizontal

La estructura horizontal del bosque se obtuvo seleccionando todas las especies con diámetros superiores a 5 cm. Se determinaron los parámetros estructurales a través del cálculo de: abundancia, frecuencia y dominancia relativa (Moreno, 2001), así como el índice valor de importancia ecológica de las especies (IVIE) (Lamprecht, 1990; Keelset *al.*, 1997 y Boscopé y Jorgensen, 2005), conforme la fórmula (1):

$$IVI = AR + DR + FR \quad (1)$$

$$AR = \frac{\text{número de individuos de la especie}}{\text{número total de individuos}} \times 100$$

$$DR = \frac{\text{área basal de la especie}}{\text{área basal total}} \times 100$$

$$\text{área basal} = \frac{\pi}{4} d^2$$

$$FR = \frac{\text{frecuencia absoluta de una especie}}{\text{total de frecuencia absoluta}} \times 100$$

2.3.5 Estimación de la diversidad florística

Para la comparación de la riqueza florística entre las tres comunidades de estudio (diversidad alfa) se emplearon las curvas de rarefacción, técnica basada en procedimientos de remuestreo aleatorio, también conocidos como métodos Monte Carlo (Lee *et al.*, 2007); para su confección se empleó el software EcoSimver. 7.0 (Gotelli y Entsminger, 2001).

Para estimar la diversidad se determinaron los índices de Shannon y equidad (Moreno, 2001), según ecuación 2 y 3. Se utilizó el software Biodiversity Professional. Los valores obtenidos de diversidad fueron procesados estadísticamente para determinar diferencias significativas entre las medidas de diversidad por comunidades mediante análisis de varianza de clasificación simple y pruebas de comparación de medias de Tukey al 95 % de confiabilidad.

Índice de Shannon – Weaner:

$$H' = \sum p_i \cdot \ln p_i \quad (2)$$

Dónde:

H': Índice de Shannon

p_i: probabilidad de la especie **i** respecto al conjunto. $p_i = \frac{N_i}{N}$

N_i: Número de individuos de la especie **i**

N: Número total de individuos de la muestra

Índice de equitatividad

$$J = \frac{H'}{\ln S} \quad (3)$$

H': Índice de Shannon - Weaner

S: Número de especies de la muestra

La diversidad beta ha sido usada en sentido más amplio para expresar el reemplazo espacial en la identidad de las especies entre dos o más áreas y es una medida de la diferencia en la composición de especies entre dos o más ensamblajes locales o regionales (Koleff, 2005). La similaridad florística entre los sitios de estudio se obtuvo mediante el índice de similitud de sorensen cuantitativo (Melo y Vargas, 2003). Para los cálculos se empleó el software BIO-DAP (Clay, 1988).

2.4 Grado de perturbación del bosque

Se evaluó el grado de intervención por observación directa en las tres comunidades, para lo cual se calificó como: poco intervenido (1), medianamente intervenido (2) y muy intervenido (3) a partir de la metodología propuesta por García (2007). Los criterios asumidos para esta variable fueron la extracción de leña, productos forestales no maderables, prácticas de quemas y la agricultura itinerante.

Para evaluar el efecto de las variables nominales grado de perturbación y comunidades se realizó un análisis de correspondencia. Se determinó la

dimensionalidad de la solución a partir del mínimo ([filas, columnas] -1). Se empleó el paquete estadístico SPSS ver. 21.0.

2.5 Ordenación de la vegetación

Se realizó un análisis de correspondencia canónica para determinar la relación entre la distribución de la vegetación y la abundancia de especies a través del programa de cálculo CANOCO ver. 5.0 para windows (Ter Braak y Šmilauer, 1998). Se elaboró una matriz de especie donde se ubicaron las especies en las filas y en las columnas las unidades de muestreo. Se le realizó transformación logarítmica según ecuación (4).

$$Y' = \text{Log} (Y + 1) \quad (4)$$

La prueba de permutaciones Monte Carlo permitió determinar si los autovalores de los primeros ejes de la ordenación y la correlación entre las especies y las variables ambientales obtenidos con el análisis de correspondencia canónica fueron significativos ($p \leq 0,05$).

2.6 Encuestas

Se realizó una encuesta en tres comunidades “Canguenda (C)”, “Banza Canjombe” (BC) y “Quianga” (Q) con el propósito de determinar las especies de mayor interés económico y el uso por las comunidades. Se seleccionó la técnica del cuestionario, en este caso de tipo grupal caracterizado según Notario (2004) por un encabezamiento con una solicitud de cooperación, aplicado en el lugar y momento apropiado con un adecuado lenguaje de acuerdo al nivel de los pobladores. El cuestionario (Anexo 2) se formuló en dos niveles, uno de ellos para obtener datos personales de los encuestados y el otro para clasificar la información sobre las especies de mayor interés económico y éstos a su vez se estructuraron en preguntas, las cuales, según el objetivo, fueron esenciales (aquellas relacionadas directamente con la problemática a resolver y los objetivos definidos); según su naturaleza fueron de intención u opinión (aquellas relacionadas con el propósito, decisiones, proyectos y valoraciones de los encuestados) y según la forma fueron semi

cerradas (brindaban respuestas prediseñadas pero también posibilitaban emitir una no contenida en la guía, profundizaciones y abstenciones).

Se calculó el tamaño de muestra mediante la metodología establecida por Calero (1978), resultando una muestra total de 124 encuestados que corresponden a más del 50 % de la población total, 33 de Canguenda, 33 de Quianga y 58 de Banza Canjombe con un error experimental de 0,10 y un nivel de confiabilidad del 95%, según ecuación 5. En Anexo 3 se presentan imágenes de los encuestados.

$$n = \frac{\left(\frac{Z_{1-\frac{\alpha}{2}}}{d} \right)^2 p(1-p)}{1 + \frac{1}{N} \left(\frac{Z_{1-\frac{\alpha}{2}}}{d} \right)^2 p(1-p) - \frac{1}{N}} \quad (5)$$

Leyenda

n: tamaño de muestra

d: error máximo permisible (0.10)

p: probabilidad de éxito (0.5)

N: tamaño de la población.

Con los datos obtenidos de las encuestas se realizaron histogramas de frecuencia para analizar el conteo de casos según los criterios aportados y diagramas de Pareto apilado como método de control de calidad.

El valor de uso de las especies se determinó mediante el enfoque de sumatoria de usos (Boom, 1989; Boom, 1990; Phillips, 1996). En esta metodología, el número de usos es sumado dentro de cada categoría para evaluar el valor de uso de una especie (Marín *et al.*, 2005).

Se determinó la frecuencia de uso por categoría a través del modelo matemático: número de citaciones de una especie en cada categoría, dividido para la sumatoria total de citaciones por categoría por 100 (Marín *et al.*, 2005).

CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis edafoclimático

En la Tabla 1 se observan las características químicas de las seis muestras de suelo tomadas en el área de estudio. El pH en agua resultó más ácida en la muestra 2,5 y 6. Según Álvarez (2002) se consideran suelos con problemas de acidez aquellos que posean un pH menor de 5,5 en H₂O, o presencia de acidez tóxica fundamentalmente a valores mayores 1 Cmol (+) .Kg⁻¹. Los resultados del análisis indicaron que el 50 % del área presentó problemas de acidez, otro aspecto a destacar es lo que sucede en la muestra 6 donde los valores de acidez tóxica (Al⁺³) son muy cercanos a 1 Cmol (+) .Kg⁻¹

Tabla 1. Características químicas de seis muestras de suelos del área en estudio

Muestras	Prof	Conductividad eléctica (mS.cm ⁻¹).	pH		Bases intercambiables Cmol (+) .Kg-1					
	cm		H ₂ O	kcl	k	Na	Ca	Mg	Al	CIC
M1	0-30	16,52	5,78	4,25	0,1	0,01	1,25	0,02	0,30	7,55
M2	0-30	15,93	5,29	4,12	0,1	0,01	0,58	0,01	0,60	7,18
M3	0-30	21,50	5,74	4,55	0,2	0,01	2,66	0,13	0,40	10,19
M4	0-30	21,50	5,66	4,85	0,5	0,01	2,09	0,01	0,20	9,49
M5	0-30	18,78	5,32	4,20	0,3	0,01	0,50	0,01	0,40	8,20
M6	0-30	10,12	5,25	4,35	0,1	0,01	0,20	0,01	0,90	7,90

Hernández *et al.*, (2006) plantean que un suelo llega a ser ácido porque en él han ocurrido dos fenómenos simultáneos: pérdida de bases y producción de iones ácidos. En condiciones de pH (KCl) tal y como se observa en los resultados del análisis químico la mayoría de las plantas tienen problemas para la asimilación de los nutrientes, lo cual puede influir en la actividad biológica del suelo, en estas condiciones el humus que se forma producto de la descomposición de materiales es más rico en ácido fúlvico por lo que la materia orgánica resulta de baja calidad.

La fertilidad en su concepción más amplia es el grado de fecundidad o capacidad del suelo de producir cosecha, constituye la capacidad del suelo de retener o almacenar cationes intercambiables que pueden ser absorbidos por las plantas. Todas las muestras analizadas presentaron baja fertilidad natural

pues la capacidad de cambio catiónica se encontró por debajo de 20 Cmol (+) Kg⁻¹.

Cairo y Fundora (2007) plantean que los suelos ferralíticos presentan como limitantes agroproductivas la baja fertilidad, determinada por la capacidad de cambio catiónico por debajo de 20 Cmol (+) .Kg⁻¹

En la Tabla 2 aparecen las características físicas de acuerdo al análisis granulométrico. Se observa que todas las muestras presentan una textura arenosa loamosa según el análisis realizado en el triángulo textural y que su velocidad de infiltración es muy rápida. Según Alvarado y Raigosa (2012), las propiedades físicas permiten conocer mejor las actividades agrícolas fundamentales como el laboreo, la fertilización, el drenaje, la irrigación, la conservación de suelos y agua, así como, el manejo adecuado de los residuos de cosechas. Tanto las propiedades físicas como las químicas, biológicas y mineralógicas determinan, entre otras, la productividad de los suelos, en este caso se puede decir que el suelo es altamente productivo pero de baja fertilidad natural. Hay una relación entre el tamaño de las partículas y su superficie específica (área de las partículas por unidad de masa de material). Muchas propiedades físicas y químicas del suelo están relacionadas con la superficie específica y su actividad en la superficie de las partículas (Cairo y Fundora, 2007).

Tabla 2. Características físicas del de seis muestras de suelos del área en estudio

Muestras	Prof. (cm)	Análisis granulométrico (%)				Velocidad de infiltración (mm)
		Arcilla	Limo	Arena	Clase textural	
M1	0-30	4,10	10,90	85,00	Arena loamosa	Muy rápida
M2	0-30	8,50	11,0	81,50	Arena loamosa	Muy rápida
M3	0-30	5,40	15,60	79,50	Arena loamosa	Muy rápida
M4	0-30	6,7	12,04	81,26	Arena loamosa	Muy rápida
M5	0-30	10,30	12,20	78,50	Arena loamosa	Muy rápida
M6	0-30	11,50	8,10	80,40	Arena loamosa	Muy rápida

Desde el punto de vista de sostenibilidad, algunos autores consideran necesario reponer al suelo los nutrientes que se extraen del bosque como productos sean estos leñas, pulpa, madera etc. aunque en general las cantidades exportadas tienden a ser de poca magnitud. La posibilidad de agotar el capital de nutrimentos presentes en los suelos ácidos cubiertos de bosque en regiones tropicales es alta a pesar de la gran capacidad de reciclaje de nutrimentos, lo que tiene consecuencias ecológicas y económicas considerables (Alvarado y Raigosa, 2012).

La figura 3 y 4 representa el comportamiento climático del área de estudio durante los últimos cinco años. La mayor temperatura media anual fue de 21,7 °C y las menores de 17,4 °C observándose muy poca variabilidad. Es apreciable los dos períodos pluviométricos del clima de Angola: octubre-abril (lluvioso) con precipitaciones totales anuales de 2 000 mm máximas y mayo-septiembre (poco lluvioso) con cero milímetros de precipitaciones. Aunque en el período lluvioso es suficiente el acumulado de precipitación para el desarrollo de las especies, se debe tener en consideración que las condiciones del tipo de suelo y la fisiografía del área de estudio atentan contra el mayor aprovechamiento de la precipitación, aspecto este que se ve más agudizado en el período de mayo-septiembre donde los aportes de lluvias son casi nulas.

La disponibilidad de los recursos, agua, luz, temperatura y nutrientes condiciona una estrecha interdependencia entre estos factores abióticos y la vegetación, lo que determina, en última instancia, el funcionamiento del ecosistema (Guariguata y Kattan, 2002).

Por su parte IPCC (2007) reafirma que actualmente la tierra se encuentra en un proceso de calentamiento, lo cual es atribuible a la acción antropógena, de ahí que el estudio de los elementos climáticos y de la vegetación es importante para entender determinados comportamientos en la naturaleza.

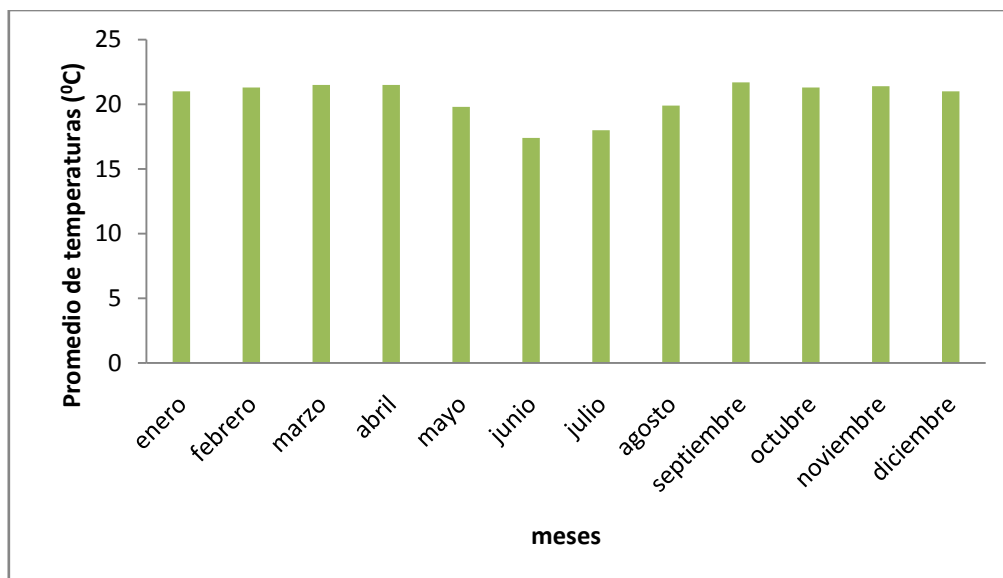


Figura 3. Promedio de temperatura durante cinco años de la Estación Meteorológica de Cella.

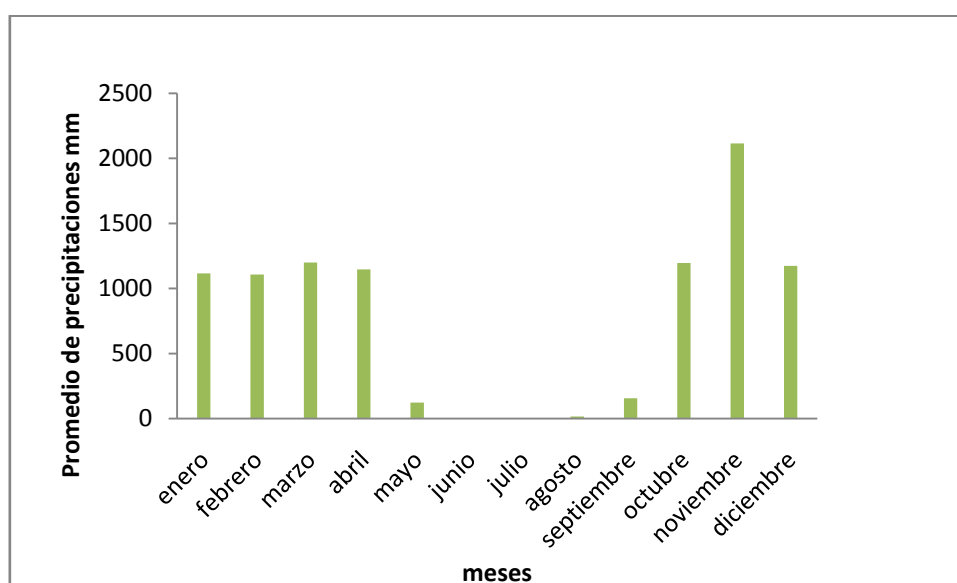


Figura 4. Promedio de precipitaciones durante cinco años de la Estación Meteorológica de Cella.

3.2 Validación del esfuerzo de muestreo

La curva área - especie (Figura 5) indicó que el muestreo con 62 parcelas distribuidas aleatoriamente en el área fue suficiente para representar la composición florística estudiada y que el incremento en la intensidad de muestreo no provee un aumento significativo en la riqueza de especies. Como

se puede observar en esta figura a partir de la parcela 62 se alcanzó la asíntota punto de inflexión, lo que indica que la mayoría de las especies fueron colectadas en estas unidades muestrales y de acuerdo a las características del área de estudio es poco probable que en las mismas condiciones ambientales se encuentren nuevas especies. Además se determinó un coeficiente de variación de un 12 % que justifica la muestra.

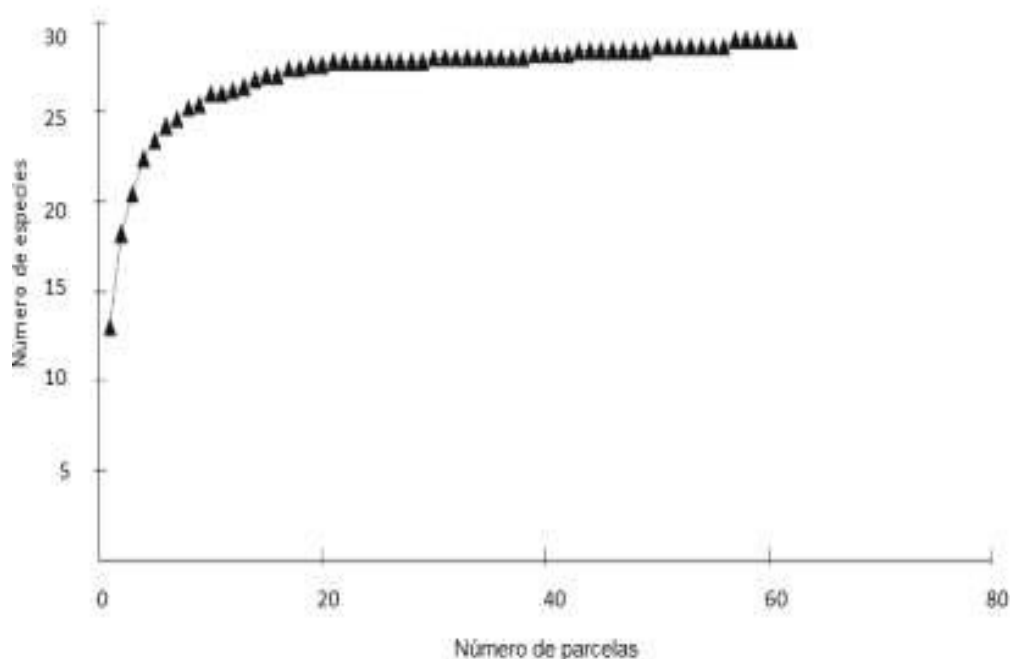


Figura 5. Validación del esfuerzo de muestreo del área total.

3.3 Estructura del bosque Miombo

3.3.1 Estructura vertical

En el inventario florístico se identificó un total 26 géneros, 14 familias botánicas y 31 especies, resultando un área pobre florísticamente. Las familias más representativas en este orden resultaron ser Fabaceae con diez especies, Caesalpinaceae con tres especies y Euphorbiaceae con tres especies. Sanfilippo *et al.*, (2013) refieren que el Miombo angolano está dominado por especies de los géneros *Brachystegia*, *Isoberlinia* y *Julbernardia*, en contraste, en el estudio se determinó el mayor predominio para los géneros *Brachystegia* y *Albizia*. Por su parte Banda *et al.*, (2006) difieren de estos resultados con una mayor representación para *Marhamia*, *Grewia*, *Terminalia*, *Syzygium*, *Acacia* y

Combretum, estas diferencias pudieran estar asociadas a las condiciones ambientales y las perturbaciones humanas.

La estructura vertical (Tabla 3) permitió determinar que la composición florística del bosque Miombo es relativamente uniforme, coincidiendo con lo reportado por Isango (2007) en un estudio de estructura y composición de especies del bosque Miombo de Tanzania. El bosque por su fisionomía resultó de porte medio (26 especies en el estrato arbustivo), aunque existe un grupo de especies con presencia en los tres estratos, fundamentalmente en los lugares de mayor perturbación, ya que en los sitios más conservados el estrato herbáceo es nulo. El estrato herbáceo está regularmente desarrollado en los sitios donde la luz es más favorable, lo cual pudiera estar atribuido a las formas de manejo y al uso de estas especies para la producción de carbón vegetal, fines medicinales, constructivos y recolección de fruto para la alimentación. Según Bisse (1988), el estrato herbáceo presenta la característica de aparecer rápidamente después de ocurrida una perturbación dentro del ecosistema, ya sea natural o por la actividad antrópica y estará más o menos desarrollado en dependencia de la disponibilidad de luz y de otros factores edáficos necesarios, encontrándose en este estrato las especies iniciadoras de la sucesión en estos ecosistemas.

Tabla 3. Composición florística del bosque Miombo

Especie	EB	EM	ES
<i>Julbernardia paniculata</i>	X	X	X
<i>Brachystegia bohemii</i>	X		X
<i>Anysophylla bohemii</i>	X	X	X
<i>Isoberlinia angolensis</i>	X	X	X
<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i>	X	X	
<i>Brachystegia spiciformis</i>		X	X
<i>Brachystegia floribunda</i>		X	
<i>Pterocarpus angolensis</i>		X	X
<i>Erythrophleum africanum</i>	X	X	X
<i>Hymenocardia acida</i>		X	X
<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>		X	
<i>Bridelia sp.</i>		X	
<i>Syzygium guineense</i>	X	X	
<i>Uapaca Kirkiana</i>	X	X	X
<i>Ochna schweinfurthiana</i>		X	
<i>Pericopsis angolensis</i>	X	X	X
<i>Securidaca longepedunculata</i>		X	

<i>Albizia antunesiana</i>	X	X	X
<i>Piliostigma thonningii</i>	X	X	
<i>Parinari curatellifolia</i>		X	X
<i>Erythrina abyssinica</i>	X	X	
<i>Bobgunnia madagascariensis</i>	X	X	
<i>Strychnos cocculoides</i>		X	
<i>Dombeya rotundifolia</i>	X	X	
<i>Albizia adianthifolia</i>	X	X	
<i>Steganotaenia araliacea</i>	X	X	
<i>Gradenia volkensii</i>	X	X	

Leyenda: EB: estrato inferior; EM: estrato medio y ES: estrato superior

Estos resultados apoyan la hipótesis de perturbación intermedia de Connell, en Asquith (2002) que postula que la apertura de claros en el bosque y la habilidad de ciertas especies de prosperar en ellos favorecen un nivel de diversidad mucho más alto (a escala local y regional) que si faltaran esas perturbaciones. Por su parte Finol (1971) indica que cuanto más regular sea la distribución de los individuos de una especie en la estructura vertical de un bosque (disminución gradual del número de árboles a medida que se sube del estrato inferior al superior), tanto mayor será su valor en la posición fitosociológica.

En la Figura 6 se representa la distribución del número de individuos por estratos. El estrato intermedio (10,1 - 20 m) fue el más representado (7 498 individuos), seguido del estrato inferior (≤ 10 m) (964 individuos) y por último el estrato superior ($> 20,1$ m) (557 individuos). Esto refleja la fisionomía característica de este bosque distinguido por árboles con una altura promedio de 15 m de altura. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Sanfilippo (2013) en su estudio sobre árboles y arbustos del Miombo angolano donde reporta que el Miombo es una formación arbórea monoplana de 10-20 m de altura.

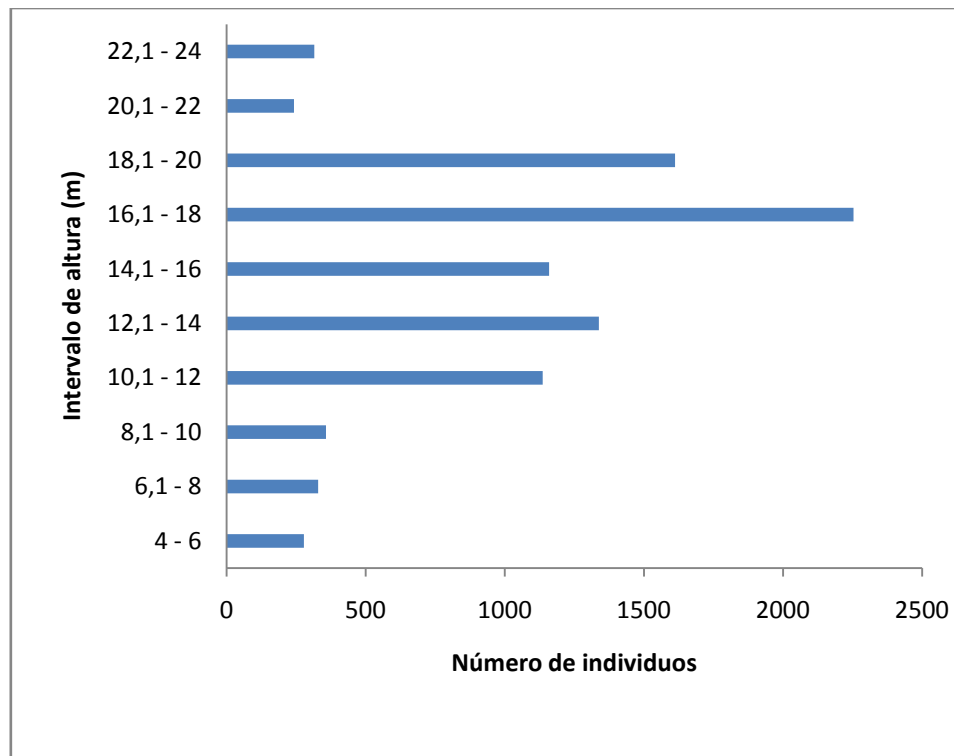


Figura 6. Distribución del número de individuos por intervalos de altura.

En la Tabla 4 aparecen las especies más representativas de acuerdo a la mayor abundancia y frecuencia por clases de altura.

Tabla 4. Representación de especies características en base a la frecuencia y abundancia por estratos del bosque Miombo

Clases de altura	Especies	h (m)
h ≤ 10 m	<i>Steganotaenia araliacea</i>	4
	<i>Piliostigma thonningii</i>	5
	<i>Psorospermum febrifugum</i>	4
h 10,1 - 20	<i>Isobertia angolensis</i>	15
	<i>Brachystegia boehmii</i>	15
	<i>Julberanrdia paniculata</i>	16
h ≥ 20,1 m	<i>Albizia antunesiana</i>	25
	<i>Erythropheleum africanum</i>	20
	<i>Pterocarpus angolensis</i>	24

3.3.2 Estructura horizontal

La estructura horizontal permitió evaluar el comportamiento de los árboles individuales y de las especies a partir de los parámetros ecológicos asociados a la abundancia, frecuencia y dominancia relativa. La tabla 5 muestra los

parámetros fitosociológicos y el índice de valor de importancia ecológica de todas las especies con $d_{1,30} > 5$ cm, lo cual resultó con valores diferentes y no en todos los casos las especies más dominantes resultaron ser las frecuentes y abundantes. La abundancia relativa permitió identificar que las especies *Albizia adianthifolia*, *Dombeya rotundifolia*, *Gradenia volkensii* *Psorospermum febrifugum*, *Rothmannia engleriana*, *Steganotaenia araliacea* por su escasa representatividad en la comunidad son las más sensibles a las perturbaciones ambientales.

Los valores del IVIE indicaron que *Julbernardia paniculata* ocupó la mayor importancia ecológica por su alta dominancia, además de ser frecuente y abundante, seguido de *Brachystegia bohemii*, *Anysophyllea bohemii*, *Isoberlinia angolensis* y *Pseudolachnostylis maprouneifolia*.

Tabla 5. Índice de valor de importancia ecológica para las especies con $d_{1,30} > 5$ cm del bosque Miombo

Especie	AR	DR	FR	IVIE
<i>Julbernardia paniculata</i>	17,79	30,48	6,97	18,41
<i>Brachystegia bohemii</i>	18,62	19,79	6,97	15,13
<i>Anysophyllea bohemii</i>	17,61	11,34	7,34	12,1
<i>Isoberlinia angolensis</i>	12,42	9,12	5,6	9,05
<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i>	6,79	4,49	7,46	6,25
<i>Brachystegia spiciformis</i>	6,2	1,76	6,09	4,68
<i>Brachystegia floribunda</i>	3,25	6,41	3,86	4,51
<i>Pterocarpus angolensis</i>	2,38	4,03	6,34	4,25
<i>Erythrophleum africanum</i>	2,66	2,19	5,6	3,48
<i>Hymenocardia acida</i>	2,95	1,76	5,6	3,44
<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	2,43	1,51	6,09	3,35
<i>Bridelia sp.</i>	0,86	5,85	2,74	2,74
<i>Syzygium guineense</i>	1,17	0,6	2,99	1,58
<i>Uapaca Kirkiana</i>	0,67	0,54	2,61	1,27
<i>Ochna schweinfurthiana</i>	0,66	0,59	2,49	1,24
<i>Pericopsis angolensis</i>	0,54	0,66	2,24	1,15
<i>Securidaca longepedunculata</i>	0,32	0,48	2,11	0,97
<i>Albizia antunesiana</i>	0,39	0,32	2,11	0,94
<i>Piliostigma thonningii</i>	0,27	0,98	1,37	0,87
<i>Parinari curatellifolia</i>	0,19	0,52	1,62	0,78
<i>Erythrina abyssinica</i>	0,3	0,3	1,62	0,74
<i>Bobgunnia madagascariensis</i>	0,14	0,11	1,49	0,58
<i>Strychnos cocculoides</i>	0,2	0,23	1,12	0,52
<i>Dombeya rotundifolia</i>	0,11	0,09	1,24	0,48
<i>Albizia adianthifolia</i>	0,12	0,16	1,12	0,47

<i>Steganotaenia araliacea</i>	0,11	0,07	0,87	0,35
<i>Gradenia volkensii</i>	0,08	0,23	0,5	0,27
<i>Rothmannia engleriana</i>	0,12	0,06	0,62	0,27
<i>Psorospermum febrifugum</i>	0,01	0,31	0,12	0,15

El análisis de la estructura diamétrica revela información importante sobre la estabilidad y permanencia de una especie y de una comunidad estudiada, además de servir de herramienta para la toma de decisiones en las actividades de aprovechamiento y manejo forestal (Corredor, 2001). La distribución diamétrica es el resultado de agrupar los árboles de un rodal dentro de ciertos intervalos de diámetros normales. La distribución del número total de individuos por clases diamétricas (Figura 7) resultó con una mayor frecuencia en las clases inferiores (5-9,9 cm) con una distribución en forma de Jota invertida, lo cual indicó que es representativo de un bosque natural (Melo y Vargas, 2003; Higuchi *et al.*, 2008). Este resultado coincide con Mbwapbo (2008) y con Isango (2007), lo cual ocasiona alteraciones en la estructura diamétrica del bosque Miombo.

La distribución por clases diamétricas coincide con la presencia de poblaciones mezcladas de diferentes ritmos de crecimiento, diferencias de edad, competencia entre individuos que permiten formar doseles primarios, secundarios y la baja frecuencia de individuos a partir de la cuarta clase (20 – 24,9 cm). La poca presencia de árboles en las clases diamétricas superiores puede estar asociado además con el uso extractivista de las especies maderables de importancia económica por los pobladores.

Lamprecht (1990) refiere que al aumentar la clase diamétrica la cantidad de individuos disminuye producto a la competencia por las exigencias lumínicas, resultando mortalidad de individuos que no logran superar esta condición. El propio autor refiere que la mayoría de las áreas naturales existentes presentan una estructura disetánea y las diferencias existentes entre los sitios obligan a establecer una tipificación para el manejo adecuado de los bosques.

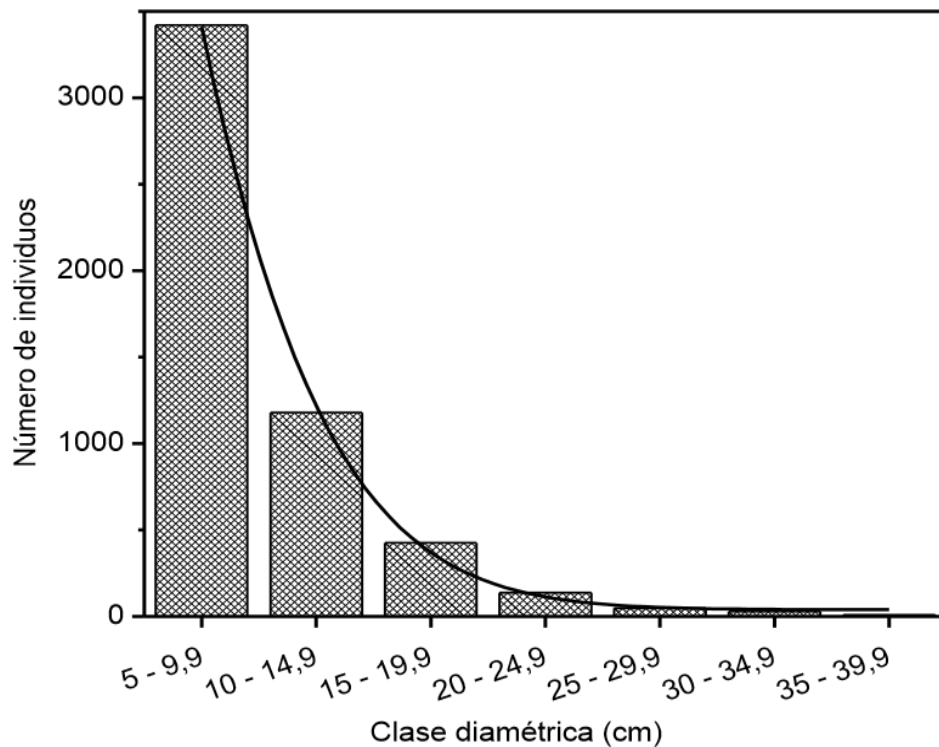


Figura 7. Distribución del número de individuos por clases diamétricas.

3.3.3 Diversidad florística

Diversidad alfa

De acuerdo al comportamiento de las curvas de rarefacción (Figura 8) se comprobó que los tres sitios no difieren significativamente en cuanto a la riqueza de especies pues en todos los casos los intervalos de confianza al 95 % se solapan, aunque existen diferencias en el número de individuos para cada uno de los sitios, resultando Banza Canjombe con menor abundancia. Esto se puede explicar por la influencia que ejercen las comunidades con un carácter totalmente dependiente de los recursos del bosque con fines medicinales, para la obtención de frutos para su alimentación, comercialización, etc. Es notorio resaltar que todas las comunidades viven de los productos del bosque Miombo, lo cual provoca alteraciones en la densidad del arbolado, aunque Banza Canjombe presentó un efecto más acentuado, siendo esta la sede de las tres comunidades en estudio, siendo la más antigua, mayor población, donde se encuentran las mejores vías de comunicación terrestre, la mayor actividad de comercialización y donde se concentra el mercado informal de los productos forestales maderables y no maderables del bosque.

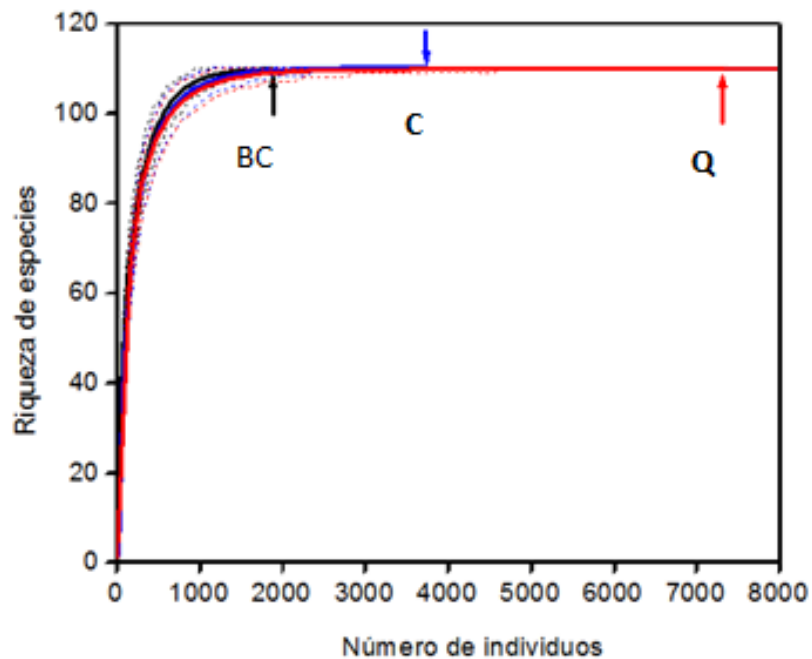


Figura 8. Curvas de rarefacción de la riqueza de especies por sitios basada en la riqueza de especies.

Líneas discontinuas representan los intervalos de confianza al 95 %, la flecha indica hasta donde llega la curva de rarefacción.

Los valores de diversidad expresados a través del índice de Shannon y equitatividad no resultó con diferencias significativas entre las comunidades (Tabla 6), lo cual indicó que las tres comunidades son similares en términos de diversidad de especies.

La baja diversidad obtenida pudiera atribuirse a la extracción excesiva de especies con diversos fines. Pérez *et al.*, (2001) refieren las perturbaciones antrópicas influyen en la diversidad florística.

Tabla 6. Valores de diversidad florística por comunidades

Comunidad	Shannon (H)	Equitatividad (J)
Banza Canjombe	1,09 a	0,82 a
Quianga	1,22 a	0,88 a
Canguenda	1,12 a	0,83 a

Letras desiguales no difieren significativamente para la prueba de Tukey al 95 % de confianza.

Diversidad beta

El índice de Sorensen (Tabla 7) reveló una alta similitud florística entre las tres comunidades, apreciándose una mayor similitud entre los sitios Quianga y Canguenda, próximos al 85 % y una mayor diferencia con Banza Canjombe.

Tabla 7. Índice cualitativo de Sorensen por comunidades del bosque Miombo

Sitio	BC	C	Q
BC		0,68	0,61
C	1		0,85
Q	1	1	

El análisis de conglomerados jerárquicos basado en la similitud de Sorensen, entre las unidades de muestreo permitió la identificación de dos grupos dentro del bosque Miombo (Figura 9) que corresponden a una vegetación con algunos elementos diferenciables por su estructura y fundamentalmente por la localización en el área de estudio, ya que las unidades de muestreo más cercanas a las comunidades sufren en mayor medida el efecto de las prácticas de extracción de productos maderables y no maderables por las comunidades. De manera general los tres grupos comparten casi todas las especies en especial que se encuentran con más alta frecuencia *Julbernardia paniculata*, *Brachystegia bohemii* e *Isoberlinia angolensis*.

Asumiendo un criterio de corte del 50 % de similitud el primer grupo lo integran las parcelas 35, 8, 37, 36, 57, 15, 7, 15, 39, 33 y 34 que corresponden a unidades de muestreo distribuidas en las tres comunidades de estudio (Banza Canjombe, Canguenda y Quianga), caracterizadas de manera general por ser las áreas más perturbadas, el otro grupo corresponde al resto de las parcelas representadas por las unidades de muestreo más distantes de las comunidades y donde se aprecia un estado de conservación más favorable.

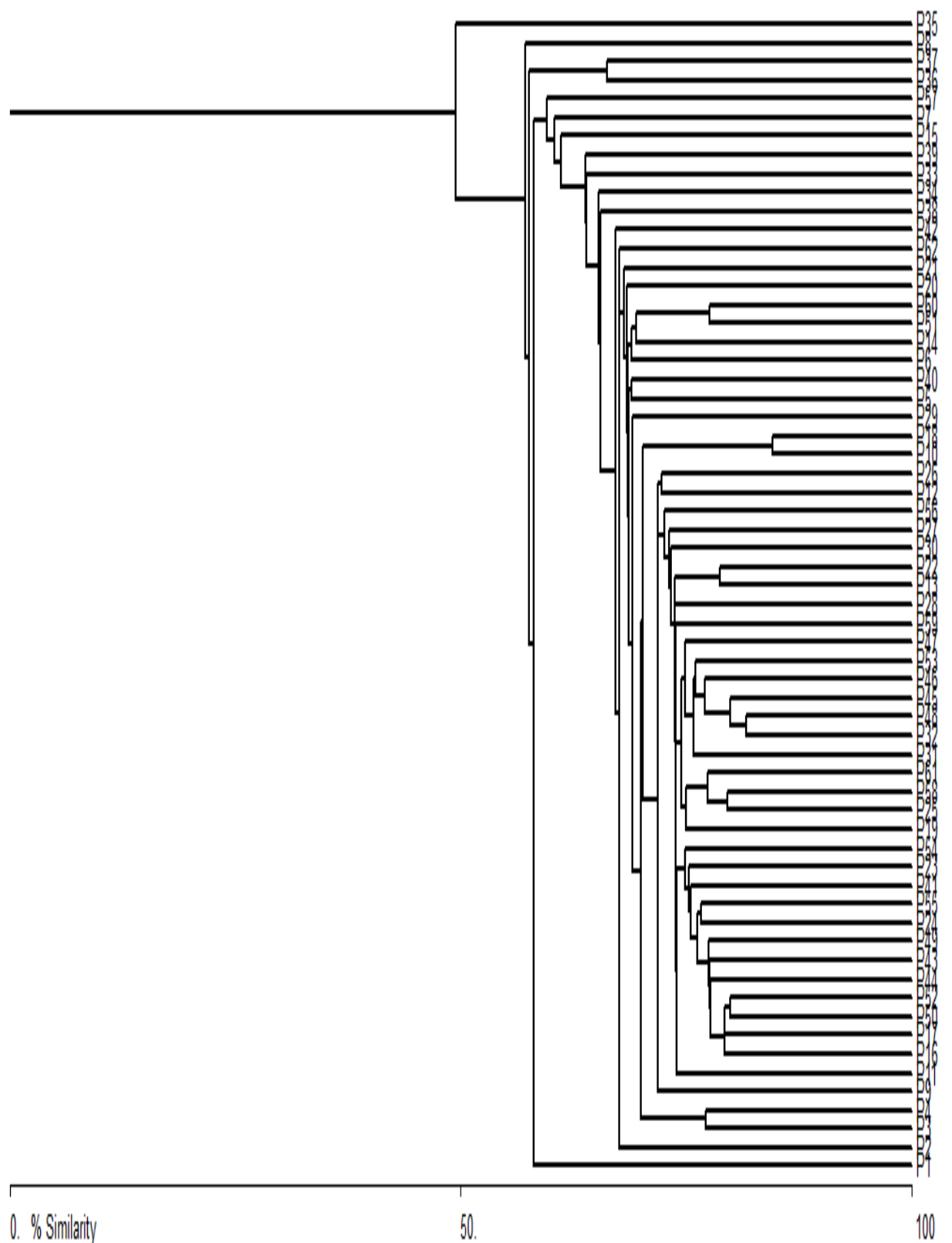


Figura 9. Dendrograma de agrupamiento de las unidades de muestreo del bosque Miombo.

3.4 Grado de perturbación

El análisis de correspondencia mostró una correlación no significativa ($p \geq 0,05$) entre los sitios y el grado de intervención (Tabla 8) con valores de inercia total de 0,030. La solución indicó que solo es significativo el primer eje (proporción de inercia explicada > 50 %) que explica el 3 %. Este resultado reflejó que no existe correspondencia entre los sitios y el grado de intervención desde el punto de vista estadístico, lo cual significa que todos los sitios presentan similar grado de perturbación y en todos se encuentran parcelas desde muy intervenidas, medianamente intervenidas hasta poco intervenidas, caracterizadas por las actividades de extracción de leña, productos forestales no maderables, prácticas de quemas y la agricultura itinerante. Es evidente el deterioro actual de la vegetación (Anexo 4), lo que hace necesario que se evalúe y se ejecuten acciones para favorecer la conservación de los recursos forestales.

Guizar (2011), refiere que los disturbios o alteraciones debido a actividades antropogénicas constituyen uno de los factores que provocan la reducción de la deforestación y consecuentemente pérdida de la biodiversidad.

Tabla 8. Resumen del análisis de correspondencia

Dimensión	Valor propio	Inercia	Chi-cuadrado	Sig.	Proporción de inercia		Confianza para el valor propio	
					Explicada	Acumulada	Desviación típica	Correlación
1	,171	,029			,971	,971	,126	,026
2	,029	,001			,029	1,000	,119	
Total		,030	1,865	,761^a	1,000	1,000		

La Figura 10 muestra la representación gráfico del análisis de correspondencia donde se refleja que no existe la correspondencia entre las variables nominales grado de intervención y las comunidades.

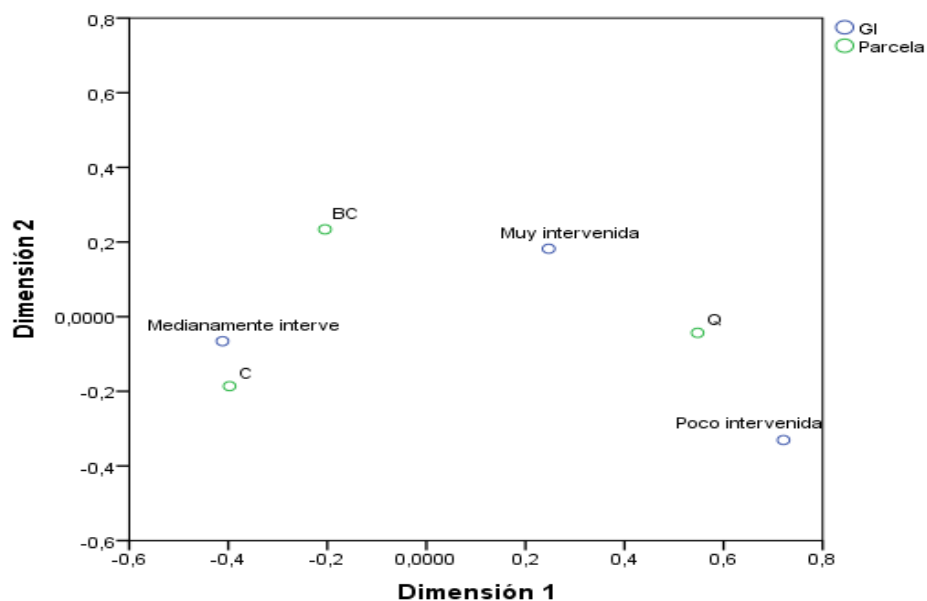


Figura 10. Representación en dos dimensiones de la relación entre el grado de intervención y las comunidades.

3.5 Ordenación de la vegetación

Los estudios de vegetación constituyen una herramienta significativa para la planeación económica y ecológica del desarrollo de una región dada. El análisis de correspondencia canónica indicó una alta correlación en la distribución de las especies por unidades de muestreo donde los primeros cuatro ejes ofrecieron una buena solución a la ordenación de las unidades de muestreo y de las especies (Tabla 9), pues de la variabilidad total presente en los datos de abundancia de las especies (TAU = 9,01) fue posible explicar el 87,1 % de la varianza.

Tabla 9. Resultados del análisis de correspondencia canónica

Eje	1	2	3	4	TAU
Autovalores	0,351	0,22	0,17	0,11	9,01
Porcentaje de varianza	35,1	57,6	75,5	87,1	

3.6 Percepción de los pobladores en relación a las especies de mayor importancia económica y valor de uso de las especies forestales

Las especies citadas por los encuestados pertenecen a diferentes formas de vida: 42,3 % son árboles, 43,4 % arbustos y 9,3 % hiervas. Las partes de la planta utilizadas con mayor frecuencia son: frutos con 35,2 %, hojas con 24,3 %, ramas con 11,9 %, tallo con 11,2 %, toda la planta el 5,1 %, flores 2,6 %, látex 1,5 %, raíz 3,5 % y cortezas 3,2 %.

En relación a la frecuencia con que las personas van al bosque a coleccionar las plantas, el 36,8 % lo hace con poca frecuencia (1– 3 veces), el 61, 2 % indican que acuden con frecuencia mediana (3 – 5 veces) y el 10 % con mucha frecuencia (5 – 7 veces), razón por lo cual pudiera indicar que la presión extractiva sobre los recursos del bosque es constante e intensa.

Referente a la cantidad colectada de la planta, el 35,5 % de los encuestados manifiestan que coleccionan poco, el 40,1 % bastante y el 18,9 % mediano.

En la Figura 12 se presentan las nueve especies de mayor importancia económica reconocidas con mayor frecuencia por los pobladores de las tres comunidades donde *Anysohyllaea boehmii*, *Upapaca kirkiana* y *Strychnes cocculoides* son consideradas las tres más importantes.

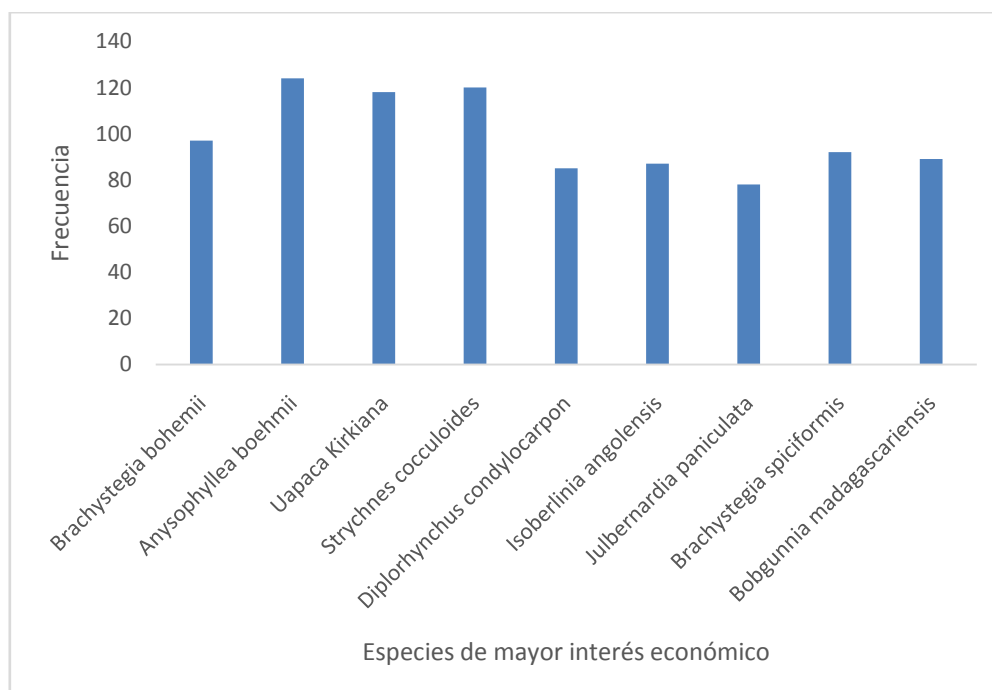


Figura 12. Especies de mayor importancia económica reconocidas por los pobladores de las comunidades.

La Figura 13 refleja el diagrama de pareto apilado con el recuento de casos en relación al uso de los productos forestales maderables para los diferentes grupos etarios resultando en las categorías de mayor edad mayor frecuencia de uso por los productos forestales maderables.

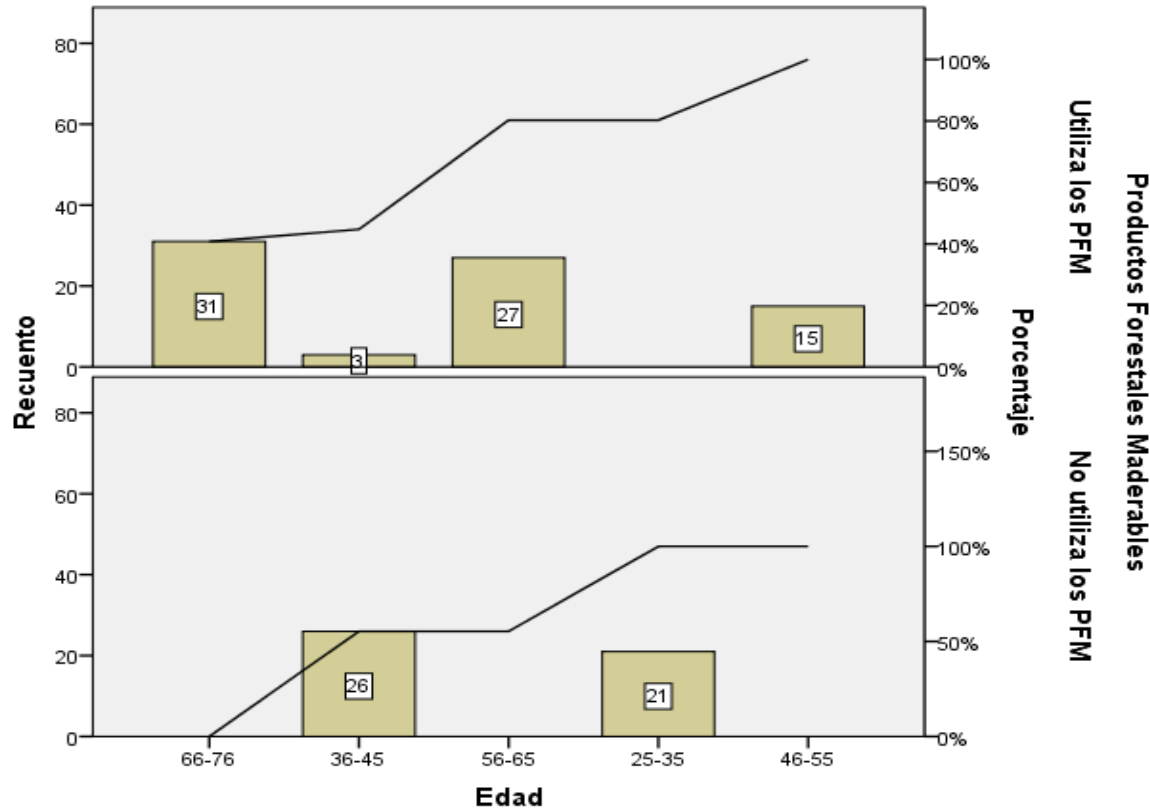


Figura 13. Diagrama de pareto apilado que muestra la frecuencia de uso de los productos forestales maderables.

La Figura 14 refleja la frecuencia de uso de los pobladores para la categoría de productos forestales no maderables resultando con un comportamiento similar que el caso de los maderables.

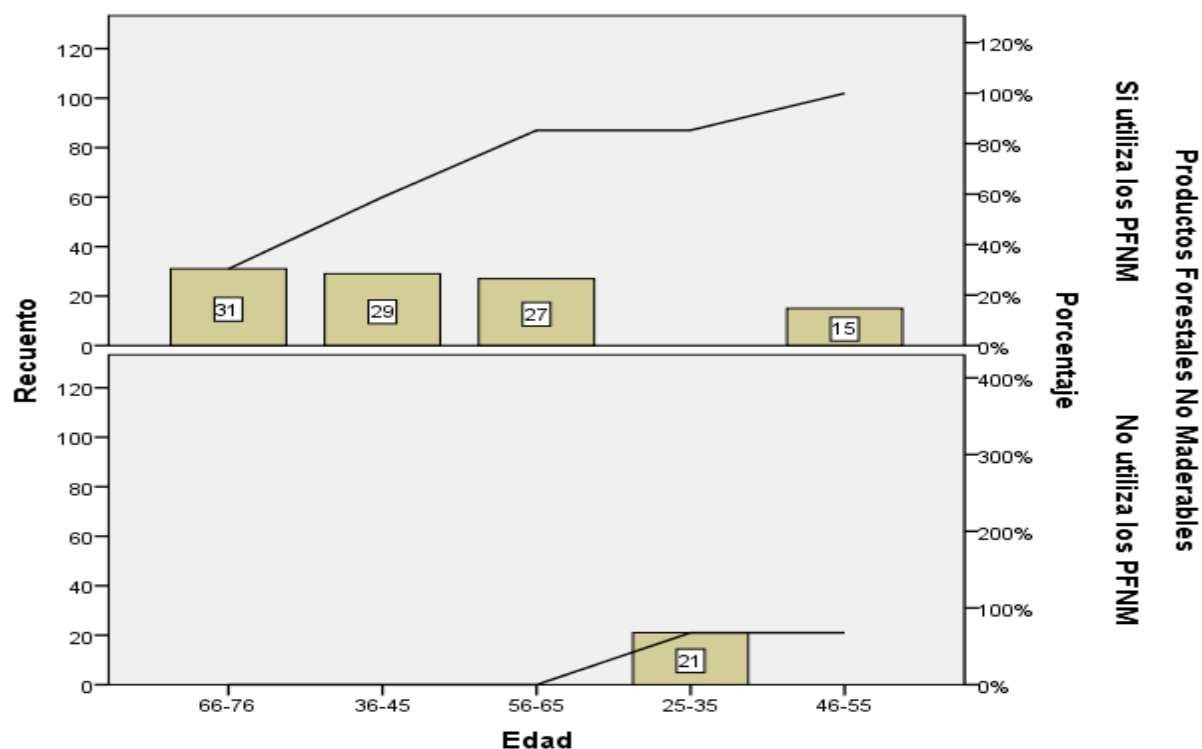


Figura 14. Diagrama de Pareto apilado que muestra la frecuencia de uso de los productos forestales no maderables.

El 55 % de los encuestados indican que el propósito de la cosecha es el autoconsumo y el 45 % la venta (Figura 15), representando niveles altos de tradición de comercialización, lo cual se explica por los bajos ingresos que cuenta las comunidades. Esta información evidencia que la población que vive alrededor de los bosques de Miombo aprovechan los recursos del bosque según las necesidades, lo hacen para subsistencia y para la venta, siendo notorio el porcentaje dedicado a la actividad de comercialización, aspecto a considerar que provoca alteraciones en la estructura del bosque como consecuencia de estas prácticas de uso. Esto ha sido manifestado por Pérez (2007) y Sánchez *et al.*, (2001).

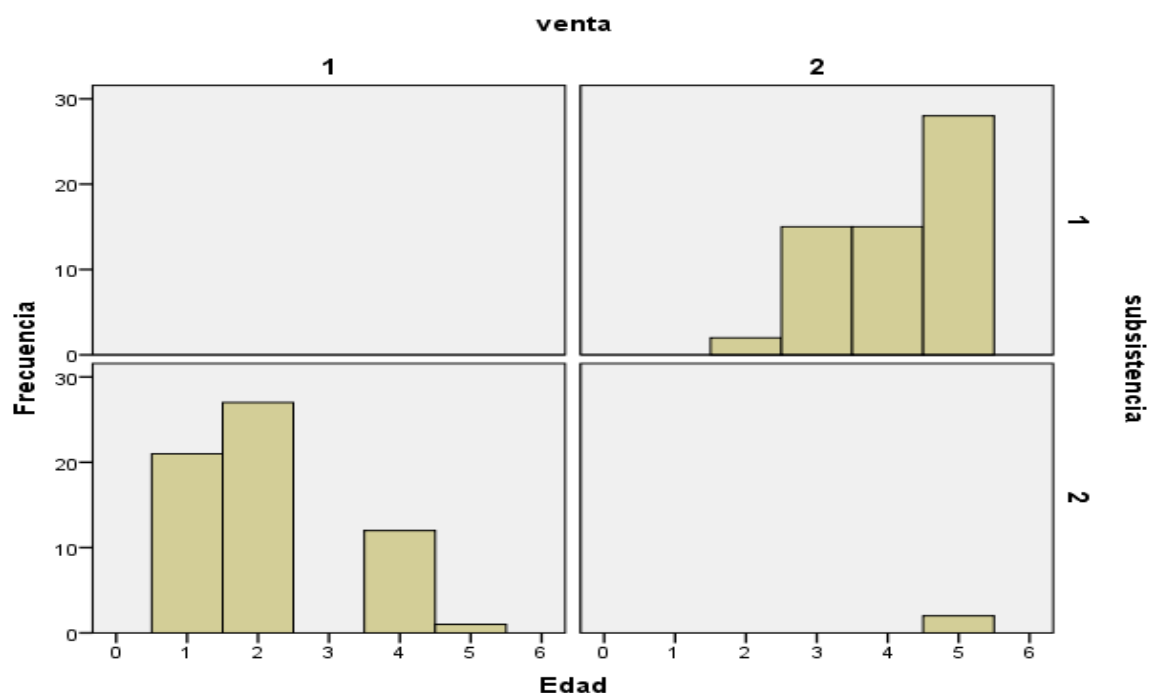


Figura 15. Histograma de frecuencia que muestra el recuento de casos en relación a la subsistencia y venta de los productos del bosque.

De las 31 especies registradas a las cuales se calculó el valor de uso (Tabla 10 en Anexo 5), se muestran las que tienen mayores valores de uso (Tabla 11). Las cuatro especies con mayor valor de uso, entre 6 y 8, concurren en ocho categorías de productos forestales, éstas son: *Diplorhynchus condylocarpon*, *Erythrina abyssinica*, *Piliostigma thonningii*, *Bobgunnia madagascariensis* que además, son especies indicadoras de la estructura del bosque Miombo. Esta situación pudiera representar una amenaza potencial para las especies, si se continúa con prácticas intensivas de extracción de frutos, madera, fines medicinales, construcción, leña y carbón sin tener en cuenta criterios de manejo silvícola.

Tabla 11. Especies vegetales del bosque Miombo con mayor valor de uso (VU) en las tres comunidades estudiadas

Especies	A	M	L	C	Mi	Me	Co	Ab	S	P	Ri	Cm	Fn	Re	F	Mc	Sc	R	Vu
<i>Pterocarpus angolensis</i>	x	x			x		x					x	x						6
<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	x	x	x	x		x	x							x	x				8
<i>Uapaca Kirkiana</i>		x	x	x	x		x	x				x							7
<i>Ertythrina abyssinica</i>		x	x		x		x				x		x		x		x		8
<i>Piliostigma thonningii</i>			x	x	x	x	x	x	x							x			8
<i>Brachystegia spiciformis</i>		x		x	x		x		x						x				6
<i>Bobgunnia madagascariensis</i>	x	x			x	x	x			x					x			x	8
<i>Albizia antunesiana</i>	x	x			x	x	x					x		x					7

Categorías de uso: A: Artesanal, M: Madera, L: Leña, C: Carbón, Mi: Miel, Me: Medicinal, Co: Construcción, Ab: Alimentación y bebidas, S: Soga, P: Pesca, Ri: Rituales, Cm: Comercial, Fn: Fijación de nitrógeno, Re: Resina, F: Forraje, Mc: Mechero, Sc: Sombra café, R: Repelente, Vu: Valor de uso.

CONCLUSIONES

- El bosque Miombo del sector norte de Canjombe se caracterizó por predominio de los géneros *Brachystegia* y *Albizia*, con estrato intermedio y alteraciones en los parámetros estructurales como consecuencia de las prácticas de extracción de los recursos forestales por los pobladores.
- Las especies de mayor importancia ecológica en el área de estudio resultaron ser *Julbernardia paniculata*, *Brachystegia bohemii*, *Anysophylla bohemii*, *Isoberlinia angolensis* y *Pseudolachnostylis maprouneifolia* indicadoras de la estructura del Miombo angolano.
- El bosque resultó con baja diversidad florística como reflejo del alto grado de intervención por las comunidades y un comportamiento similar en las tres comunidades de estudio (Banza Canjombe, Canguenda Quianga), aunque la primera resultó más antropizada.
- Los pobladores del bosque Miombo utilizan un potencial de especies de interés económico y usos tradicionales tanto para la venta como subsistencia, lo que evidencia la presión extractiva sobre los recursos del bosque.
- Las especies de mayor valor de uso de acuerdo a las categorías definidas fueron *Diplorhynchus condylocarpon*, *Erythrina abyssinica*, *Piliostigma thonningii* y *Bobgunnia madagascariensis*, lo cual podría provocar alteración drástica en la estructura del bosque.

RECOMENDACIONES

- Presentar estos resultados al Ministerio de la Agricultura, Ministerio del Ambiente y al Instituto de Desarrollo Forestal de Angola para tomar medidas y buscar incentivos que permitan revertir el estado actual del bosque Miombo.
- Desarrollar programas de manejo forestal con la participación de las comunidades como actores fundamentales de forma tal que se garantice la articulación entre la utilización de los recursos y la conservación.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alia, R.; Agúndez, D.; Alba, N.; Santiago, C; Martínez, G y Soto, A. 2003. Variabilidad genética y gestión forestal. Año XII. No. 3. Centro de investigación Forestal. Madrid, España. Disponible en: <http://www.aeet.org/ecosistemas/033/investigaciòn5>.
2. Álvarez, O.P y Varona, J.C. 2006. Introducción a la Silvicultura de Bosques tropicales Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Instituto de Ciencias Agropecuarias. Ingeniería en Manejo de Recursos Forestales and Management. 230: 171-178.
3. Álvarez, B. A. 1998. Genética Forestal. Texto preparado para la maestría en Ciencias Forestales. Opción: Silvicultura. Universidad de Pinar del Río. Facultad Agroforestal. Ciudad de La Habana, Cuba. 156 p.
4. Álvarez, M .J. L. 2002. Caracterización y manejo de los principales factores edáficos limitantes de la agroproduktividad de los suelos. Monografía Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos" Facultad de Agronomía 29 p
5. Araújo, P.S.F.; Christo, A.G.; Rodrigues, G.B.R. y Silva, A. F. 2009. Composição florística e estrutura de um fragmento de floresta estacional semidecidual aluvial em viçosa (MG). Floresta, Curitiba, PR. Vol. 39, No. 4, p. 793-805 p.
6. Asquith, N. M. 2002. La dinámica del bosque y la diversidad arbórea, En: Guariguata, M. R., y Kattan, G.H. (Eds.) 2002. Ecología y conservación de bosques neotropicales. Libro universitario regional. San José: Editorial Tecnológica de Costa Rica, Costa Rica. 377 – 406 p.
7. Banda, T; Mark, W.S y Caro, T. 2006. Woody vegetation structure and composition along a protection gradient in a miombo ecosystem of western Tanzania. Forest Ecology and Management. 230: 179–185.
8. Bingham, M.G., Willemen, A., Wursten, B.T., Ballings, P. y Hyde, M.A. 2015. Flora of Zambia: Species information: Anisophylleaboehmii. http://www.zambiaflora.com/speciesdata/species.php?species_id=18545 0 retrieved 29 April 2015.
9. BISSE, J. 1988. Árboles de Cuba. Editorial Ciencia y Técnica. Ciudad de la Habana, Cuba. 384 p.

10. Bockeus, I.; Pettersson, B; Stromquist, L. y Ruffo, C. 2006. Tree communities and structural dynamics in Miombo *Brachystegia Julbernandia* Woodland, Tanzania. *Forest Ecology*
11. Boom, B. 1990. Use of plants of the Panare Indians of Venezuelan Guayana. *Advances in Economic Botany* 8: 57-76.
12. Boom, B. 1989. Use of plant resources by the Chácobo. *Advances in Economic Botany*. 7: 78-96.
13. Cairo, C.C y Fundora, H.O. 2007. *Edafología primera parte* editorial Félix Varela, Habana 265 p
14. Castanheira, D. A. 1998. Angola, o meio físico E potencialidades agrárias, Instituto de Cooperação Portuguesa, Lisboa.
15. Castanheira, D. A. y Barros A. F.G. 1966. Geomorfología, Suelo y ruralismo de la región central de Angola, Nova Lisboa.
16. CIFOR. 1996. "The Miombo Transition: Woodlands y Welfare in Africa", ISBN 979-8764-07-2. Ciudad de La Habana, Cuba. 147 p.
17. Clark, P. y F. Evans. 1954. Distance to nearest neighbor as a measure of spatial relationships in populations. *Ecology* 35:445-453 p.
18. Colectivo de autores. 2012. Programa integrado de protecção e desenvolvimento das florestas costeiras angolanas" DCI-ENV/2010/256-105. Consultado el 28 de abril 2015
19. Condes, S. y Martínez, J. 1998. Comparación entre los Índices de Distribución Espacial más usados en el Ámbito Forestal. *Investigación*
20. Corredor, J. 2001. *Silvicultura Tropical*. Universidad de Los Andes. Consejo de Publicaciones. Mérida, Venezuela.
21. Del Risco, M., Montes, F., Cañellas, G. y Montero, G. 2003. Revisión: Índices de diversidad estructural en masas forestales. *Invest. Agrar.:Sist. Recur.* 12(1):159-176.
22. Dezzio, N.; Maquirino, P.; Berry, P. y Aymard, G. 2000. Principales tipos de bosque en el área de San Carlos de Río Negro, Venezuela. *Scientia Guianae* 11: 15-36 p.
23. Eduardo, F. da C.E.M. 2012. Conhecimento tradicional e recursos terapeuticos naturais do Bengo. Resultados do rastreio etnobotanico. *Cadernos CISA*. No.3.

24. Enciclopedia interactiva. 2000. Ecología Editorial Oceano. Barcelona España. p 1442-1462.
25. Espinosa, C. I., Cabrera, O., Escudero, A., Luzuriaga, A. 2011. What Factors Affect Diversity and Species Composition of Endangered Tumbesian Dry Forests in Southern Ecuador. *Biotropica* 43:15-22.
26. Estrella, R. Manosalvas, J. Mariaca, O. y Ribadeneira, M. 2005. Biodiversidad y Recursos Genéticos: Una guía para su uso y acceso en el Ecuador. EcoCiencia, IN IAP, MAE y Abya Yala. Quito, Ecuador.
27. FAO. 2001. Situación de los bosques del mundo. Organización para la Agricultura y la Alimentación de las Naciones Unidas. Roma, Italia. 157 p.
28. FAO. 2002. Boom, B. 1989. Use of plant resources by the Chácobo. *Advances in Economic Botany* 7: 78-96.
29. Febles, G. M. 2000. Gestión de los recursos naturales en función del medio ambiente. Segunda Edición. Universidad Agraria de La Habana. Ciudad de La Habana, Cuba. 147 p.
30. Finol, H. 1971. Nuevos parámetros a considerarse en el análisis estructural de las selvas vírgenes tropicales. *Revista Forestal Venezolana* 21: 29-42 p.
31. García, Q. Y. 2007. Estrategia de conservación intraespecífica para *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret y Golfari. Tesis en opción al grado científico de doctor en Ciencias Ecológicas. Universidad de Alicante, España. 167p
32. González, I.E. y Sotolongo, S. R. 2007. Ecología Forestal Editorial Félix Valera. 273 p.
33. Gotelli, N.J. Entsminger G.L. 2001. EcoSim: Null models software for ecology. Version 7.0. Acquired Intelligence Inc. y Kesey-Bear.
34. Guariguata, M. y Kattan, G. 2002. Ecología y conservación de bosques neotropicales. Editorial Tecnológica de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. 692 p.
35. Guerrero, P. 2012. Miombo. Guía geográfica. <http://geografia.laguia2000.com/general/miombo>.

36. Guizar, N.E. 2011. La vegetación de la mixteca. Tesis en opción al grado científico de doctor en Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Metropolitana. México. 171p.
37. Hernández, A.; Ascanio, M.O; Morales, M.; Bojórquez, J.I.; García, N.E. y García, J.D. 2006. El suelo: fundamentos sobre su formación, los cambios globales y su manejo. Universidad Autónoma de Nayarit. ISBN 968833072-8. 53-153 p.
38. Higuchi, N., Santos, J., y Lima, A. N. 2008. Biometria Florestal. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.
39. IPCC. 2007. Informe de síntesis del Panel Intergubernamental de Cambio Climático. Contribución de los grupos de trabajo I, II y III al cuarto informe de evaluación del grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático. Equipo de redacción principal: Pachauri, R. K y Reisinger, A. (directores de la publicación). IPCC, Ginebra, Suiza.
40. Isango, J.A. 2007. Stand Structure and Tree Species Composition of Tanzania Miombo Woodlands: A Case Study from Miombo Woodlands of Community Based Forest Management in Iringa District. Working Papers of the Finnish Forest Research Institute 50: 43–56.
41. Jiménez, Q. 2010. Combretaceae. En: Manual de Plantas de Costa Rica. Vol. 5. B.E. Hammel, M.H. Grayum, C. Herrera & N. Zamora (eds.). Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 119: 55–64.
42. Jones, E.R.; Wishnie, M.H.; Deago, J.; Sautu, A. y Cerezo, A. 2004. Facilitating natural regeneration in *Saccharum spontaneum* (L.) grasslands within the Panama Canal watersheds: effects of tree species and tree structure on vegetation recruitment patterns. For. Ecol. Management. 357-368 p.
43. Kammescheidt, L. 1994. Estructura y diversidad en bosques explotados de los llanos venezolanos occidentales considerando algunas características autoecológicas de las especies más importantes. Tesis Doctoral. Georg-August-Universität Göttingen, Alemania. 230 p.
44. Keels, S., Gentry, A., y Spinzi, A. 1997. Using vegetation analysis to facilitate the selection of conservation sites in eastern Paraguay. (Biodiversity measuring and monitoring certification training, volumen 2). Washington: SI/MAB.

45. Kint, V.; Lust, N.; Ferris, R. y Olsthoorn, M. 2000. Quantification of forest stand structure applied to scots pine (*Pinus sylvestris* L.) forests. Investigación Agraria: Sistemas Recursos Forestales. Fuera de Serie Nº 1.
46. Koleff, P. 2005. Sobre diversidad biológica: El significado de las diversidades. Capítulo 2 Conceptos y medidas de la diversidad beta. 19-39 p.
47. Koleff, P. y Gaston, K. J. 2002. The relationships between local and regional species richness and species turnover. Global Ecology and Biogeography, 11: 363-375.
48. Lamprecht, H. 1990. Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas -posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. Cooperación técnica. Eschborn, Alemania. 335 p.
49. Leal, G. C. 2000. Ciencia de la conservación en América Latina. Revista Interciencia Vol. 25. No.3. 129-132 p.
50. Lemmens, R.H.M.J. 2007. *Albizia antunesiana* HARMS Record from PROTA4U. Louppe, D., M. y Amoako, A. A. y Brink, M. (Editors). PROTA (Plant Resources Vegetales de l' Afrique tropicale), Wageningen, Netherlands. <http://www.prota4u.org/search.asp>. Accessed 4 de abril del 2014.
51. Leyva, A. 2001. Mesa Redonda Informativa sobre Medio Ambiente y Biodiversidad. La Habana, Cuba.
52. Lobo, J.M. 2001. Métodos para medir la diversidad biológica. Manuales y Tesis. SEA. Volumen 1. Zaragoza, España. 86 p.
53. Lumbile, A. U; Oagile, O. 2008. *Pricopsis angolensis* (Baker) Meeuwen, Record from Protabase. Louppe, O., Oteng-Amoako, A. A. y Brink, M. (Editors), PROTA (Plant Ressources Végétales de l'Africale), Wangeningen, Netherlands. <http://www.prota4u.org/search.asp>. Accessed 21 october 2013.
54. Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, 179 pp. En: Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, Vol.1. Zaragoza, 84 p.

55. Marín, C.C., Cárdenas, L.D. y Suárez, S. 2005. Utilidad del valor de uso en etnobotánica. Estudio en el departamento de Putumayo (Colombia). *Caldasia* 27(1): 89-101.
56. Mbawambo, L., Valkonen, S. y Varpu, K. 2008. Structure and dynamics of miombo woodland stands at Kitulungalo Forest Reserve, Tanzania. Working Papers of the Finnish Forest Research Institute. 98: 10–19.
57. Melo, C.O.A. y Vargas, R. 2003. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Ibagué. Universidad del Tolima. 183 p.
58. MINAGRI. 1992. Plano Directorio Agrario da Provincia do Kuanza-Sul. 101 p.
59. Ministerio de Urbanismo y Ambiente. 2006. Primeiro relatorio nacional para a conferencia das partes da convecção da biodiversidade biológica. Luanda-Angola
60. Moeur, M. 1997. Characterizing spatial patterns of trees using item mapped data. *Forest Science* 39(4):756- 775.
61. Mojeremane, W. 2012. *Bobgunnia madagascariensis* (Desv) J .H. Kirbr, y Wiersema Record from PROTA4U. Lemmens, R. H. J., Louppe, D & Oteng-Amoako, A. A. PROTA (PlantResources Vegetales de l'Afrique tropicale), Wageninge, Netherlands <<http://www.prota4u.org/search.asp>. Accessed 4 de abril del 2014.
62. Molles, C.M. 2006. Ecología. Conceptos y aplicaciones. McGraw-Hill/Interamericana de España, S.A, U. Pp 671.
63. Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Manuales y Tesis. SEA. Volumen 1. Zaragoza, España. 84 p.
64. Mucina, L y Van Der Maarel, E. 1989. Twenty years of numerical syntaxonomy. *Vegetation*. 81: 1-15 p.
65. Neumann, M. y F. Starlinger. 2001. The significance of different indexes for stand structure and diversity in forest. *Forest Ecology and Management* 145: 91- 106 p.
66. Orwa C, Mutua A, Kindt R, Jamanadess R, Simons, A. 2009 Agroforesters tree Detabase: a tree reference and selection guide vesion 4.0. <http://www.woldagroforestry.org/af/treedb/>.

67. Palmberg, L.C y Hald, S. 2000. La ordenación de los recursos genéticos forestales. Situación y desafíos. Revista Unasylva. FAO. Vol. 51. No. 203 p 27-33.
68. Pérez, A. 2007. Etnobotánica del área de conservación Mangahurco, cantón Zapotillo. Tesis Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador. 216 p.
69. Pérez, M. A; Finegan, B; Delgado, D; Louman; B. 2001. Composición y diversidad de los bosques de la Región Autónoma del Atlántico Norte de Nicaragua (en línea). Revista Forestal.
70. Phillips, O. 1996. Some quantitative methods for analyzing ethnobotanical knowledge. P 171-197. En: M. Alexiades (Ed.), Selected guide lines for ethnobotanical research: a field manual. The New York Botanical Garden, Nueva York, SA.
71. Plonczak, M. 1993. Estructura y dinámica de desarrollo de bosques naturales manejados bajo la modalidad de concesiones en los Llanos Occidentales de Venezuela. Instituto Forestal Latinoamericano. Mérida, Venezuela. 139 p.
72. Ramírez, N.; González, M. y Williams, G. 2001. Anthropogenic disturbance and tree diversity in montane rain forests in Chiapas, México. Forest Ecology and Management, 154,311-326 p.
73. Ricklesfs, R.E. y Miller, G.L. 2000. Ecology. 4^a.ed W.H. Freeman and Co. New York.
74. Ruíz, M. y Aide, M. 2005. Vegetation structure, species diversity, and ecosystem processes as measures of restoration success. Forest Ecology and Management: 218, 159-173 p.
75. Safilipoo, M. 2013. Trinta arvores e arbustos do miombo Angolano Guía de campo para la identificação. 74 p.
76. Sánchez, F.; López, C.; Rodríguez, R.; Español, E. y Merino, A. 2001. Influence of edaphic factors on the productivity of *Pinus radiata* D. Don plantations in N W Spain. For. Ecol. Manage 171. 181-189 p.
77. Smith, R. y Smith, T. 2006. Ecología. Pearson, Addison, Wesley. 4a Edición. Madrid, España.
78. Spurr, S. H. y Barnes, B. V. 1982. Ecología Forestal. A. G. T. Editor S.A. México, 690 p.

79. Ter Braak, C.J.F. y Smilauer, P. 1998. CANOCO. Reference Manual and User's Guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination (Versión 4). Microcomputer Power. Ithaca. New York, Estados Unidos.
80. Toledo, R. 2004. Grado de antropización y manejo forestal en relación con la diversidad y abundancia de las comunidades de aves en la cuenca del río Cuyaguateje. Tesis en opción al título académico de Master en Ciencias Forestales. Mención Manejo del Bosque. Universidad de Pinar del Río, Cuba.
81. UNESCO. 1980. Ecosistemas de los bosques tropicales. Informe sobre el estado de conocimiento UNESCO/PNUMA/FAO. Madrid.
82. Urso, V. 2013. Árvores do mopane Angolano. Guía de campo para a identificação. COSPE Firenze. 46 p.

Anexo 1. Imágenes del inventario florístico



Anexo 2. Cuestionario

El bosque Miombo resulta un ecosistema de gran valor ecológico y económico por sus múltiples funciones. Se conoce que las comunidades locales son dependientes de los recursos del bosque y en algunos casos las prácticas de uso no se corresponden con los paradigmas de la sostenibilidad.

Se realiza este cuestionario con el propósito de evaluar la percepción de los pobladores en relación a especies de mayor interés económico, usos tradicionales, conocimiento y valor de uso por las comunidades.

1. Datos generales

Datos

Edad

Sexo Comunidad

2. Cuestionario

- Cuál es la forma de vida de las plantas que utiliza del bosque

Árbol _____ arbusto _____ Hiervas _____

- Con que frecuencia colectan las plantas en el bosque

Poca frecuencia (1 -3 veces) _____

Media frecuencia (3- 5 veces) _____

Mucha frecuencia (5-7 veces) _____

- Cantidad que colecta de la planta

Poco _____

Bastante _____

Media _____

- Cuál (s) son las especies de importancia económica que utiliza en su comunidad

- Utiliza los productos forestales maderables del bosque Miombo

Si _____ No _____

- Utiliza los productos forestales no maderables del bosque Miombo

Si _____ No _____

- Cuál es el propósito de la cosecha

Venta _____

Autoconsumo _____

- Diga las categorías de uso de las principales especies forestales del Miombo

Artesanal _____

Madera _____

Carbón _____

Leña _____

Medicinal _____

Construcción _____

Alimentación y bebidas _____

Sogas _____

Pesca _____

Rituales _____

Comercial _____

Fijación de nitrógeno _____

Resina _____

Mechero _____

Sombra de café _____

Repelente _____

Curtir piel _____

Anexo 3. Imágenes de los encuestados



Anexo 4. Imágenes de las perturbaciones en el bosque Miombo



Anexo 5. Tabla 10. Valor de uso de las especies forestales del bosque Miombo

Especies	A	M	L	C	Mi	Me	Co	Ab	S	P	Ri	Cm	Fn	Re	F	Cp	Mc	Sc	R	Vu
<i>Brachystegia bohemii</i>				X	X															2
<i>Anysophyllea boehmii</i>												X								1
<i>Pterocarpus angolensis</i>	X	X			X		X					X	X							6
<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	X	X	X	X		X	X							X	X					8
<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i>		X	X	X				X							X					5
<i>Erythrophleum africanum</i>		X		X			X					X		X						5
<i>Syzygium guineense</i>					X	X								X	X					4
<i>Bridelia sp.</i>								X												1
<i>Hymenocardia acida</i>					X	X						X		X		X				5
<i>Securidaca longepedunculata</i>					X									X	X		X			4
<i>Gardenia volkensii</i>	X	X															X			3
<i>Uapaca Kirkiana</i>		X	X	X	X		X	X				X								7
<i>Erythrina abyssinica</i>		X	X		X		X				X		X		X			X		8
<i>Parinari curatellifolia</i>		X			X			X												3
<i>Albizia adianthifolia</i>						X														1
<i>Piliostigma thonningii</i>			X	X	X	X	X	X	X								X			8
<i>Dombeya rotundifolia</i>		X			X										X					3
<i>Isoberlinia angolensis</i>		X	X	X	X		X													5
<i>Pericopsis angolensis</i>		X					X						X		X					4
<i>Brachystegia spiciformis</i>		X		X	X		X		X						X					6
<i>Cochlospermum angolense</i>							X					X								2
<i>Ochnaschwein furthiana</i>					X										X					2
<i>Steganotaenia araliacea</i>		X				X													X	3
<i>Julbernardia paniculata</i>		X		X	X										X					4
<i>Psorospermum febrifugum</i>						X		X											X	3
<i>Bobgunnia madagascariensis</i>	X	X			X	X	X			X					X				X	8
<i>Brachystegia floribunda</i>			X	X																2
<i>Albizia antunesiana</i>	X	X			X	X	X					X		X						7
<i>Gradenia volkensii</i>	X	X															X			3
<i>Strychnes cocculoides</i>		X										X								2
<i>Rothmannia engleriana</i>		X					X	X												3

Categorías de uso: A: Artesanal, M: Madera, L: Leña, C: Carbón, Mi: Miel, Me: Medicinal, Co: Construcción, Ab: Alimentación y bebidas, S: Soga, P: Pesca, Ri: Rituales, Cm: Comercial, Fn: Fijación de nitrógeno, Re: Resina, F: Forraje, Mc: Mechero, Sc: Sombra café, R: Repelente, Vu: Valor de uso.